

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

Hrvoje Stančin

Zagreb, rujan 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:  
doc. dr.sc Goran Krajačić, dipl.ing

Student:  
Hrvoje Stančin

Zagreb, rujan 2016.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno, koristeći stečena znanja i vještine tokom studija te korištenjem navedene literature.

Zahvaljujem se dr.sc. Goranu Krajačiću, mentoru, na pruženoj pomoći tijekom izrade ovog rada.

Hrvoje Stančin

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**

Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Datum **19-09-2018** rilog  
Klasa:

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: Hrvoje Stančin Mat. br.: 0035192938

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Analiza potrošnje i proizvodnje energije prema Akcijskom planu učinkovitog gospodarenja energijom Općine Mljet**  
Naslov rada na engleskom jeziku: **Analysis of energy demand and supply according to the Sustainable energy action plan of the Mljet Municipality**

Opis zadatka:

Općina Mljet je 2014. godine donijela Akcijski plan učinkovitog gospodarenja energijom (*eng. Sustainable Energy Action Plan - SEAP*), u kojem se navodi potrošnja energije po sektorima te su raspisane mjere za smanjenje potrošnje energije, kao i mjere poticanja instalacije opreme i elektrana koje koriste obnovljive izvore energije. Nacionalni park Mljet je 2015. izradio vlastitu strategiju razvoja, koja uvažava te još detaljnije razrađuje mjere iz SEAP-a Općine Mljet.

U radu je potrebno:

1. Analizirati potrošnju i proizvodnju energije na otoku Mljetu, prije i poslije provođenja mjera propisanih Akcijskim planom učinkovitog gospodarenja energijom Općine Mljet.
2. Predložiti i analizirati dodatne mjere za smanjenje potrošnje energije te proizvodnju iz obnovljivih izvora do 2030. godine, sukladno strategiji razvoja NP Mljet te drugim dostupnim planovima i programima.

Analizu pod 1. i 2. provesti pomoću računalnog programa EnergyPLAN.

Analiza i rezultati trebaju minimalno sadržavati/prikazati: kritični višak proizvodnje električne energije [kWh/godišnje], ukupnu potrošnju električne energije [kWh/godišnje], ukupnu potrošnju energije [kWh/godišnje], ukupnu potrošnju energije bez OIE [kWh/godišnje], proizvodnju energije iz OIE [kWh/godišnje], uvoz energije [kWh/godišnje], izvoz energije [kWh/godišnje], emisije CO<sub>2</sub> [kt/godišnje], plaćanje uvoza energije [mil. EUR], plaćanje/naplatu izvoza energije [mil. EUR], ukupan trošak scenarija [mil. EUR].

Potrebni podaci i literatura se mogu dobiti kod mentora. U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:	Rok predaje rada:	Predviđeni datumi obrane:
25. travnja 2016	<b>2. rok (izvanredni):</b> 20. lipnja 2016. <b>3. rok:</b> 17. rujna 2016.	<b>2. rok (izvanredni):</b> 30. 06. 2016. <b>3. rok:</b> 19., 20. i 21. 09. 2016.

Zadatak zadao P ik Povjerenstva

Doc. dr. sc. Goran Krajačić

dr. sc. Igor Balen

# SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS DIJAGRAMA.....	IV
POPIS TABLICA.....	V
POPIS OZNAKA I KRATICA .....	VI
SAŽETAK.....	VII
SUMMARY .....	VIII
1. UVOD .....	1
1.1 Energetska neovisnost otoka .....	1
1.2 Mljet .....	2
1.3 SEAP Mljet.....	3
1.4 ENERGYPLAN .....	3
2. ANALIZA ENERGETSKOG SUSTAVA OTOKA MLJETA.....	5
2.1 Anketno prikupljanje podataka.....	5
2.2 Potrošnja u javnom sektoru .....	7
2.2.1. Potrošnja električne energije u zgradama.....	8
2.2.2. Potrošnja u sektoru transporta .....	9
2.2.3 Javna rasvjeta .....	9
2.3 Potrošnja u društvenom sektoru .....	10
2.3.1 Potrošnja u sektoru prometa .....	11
2.3.2 Ukupna potrošnja u društvenom sektoru .....	12
2.4 Ukupna potrošnja energije na otoku Mljetu .....	12
2.4.1. Ukupna potrošnja energije po energentima .....	13
3. IZRADA SCENARIJA I MODELA .....	14
3.1. Izrada i analiza scenarija za referentnu 2012. Godinu.....	14
3.1.1. Unos podataka u scenarij za referentnu 2012. Godinu .....	14
3.1.2. Rezultati simulacije za referentnu 2012. Godinu .....	17
3.2 Izrada i analiza scenarija sa korištenjem mjera iz SEAP-a.....	18
3.2.1. Popis mjera iz Akcijskog plana gospodarenja energijom.....	18
3.2.2 Način unosa podataka u EnergyPLAN za izradu simulacije.....	21
3.2.3 Rezultati simulacije za scenarij sa mjerama SEAP-a .....	23
3.3 Implementacija dodatnih mjera nakon provedbe mjera iz SEAP-a i razvoj sustava do 2030. Godine .....	24

3.3.1 Dodatne mjere i promjena postojećeg stanja .....	24
3.3.2. Rezultati simulacije scenarija sa dodatnim mjerama.....	26
3.4 Analiza i usporedba rezultata provedenih scenarija .....	27
3.4.1 Potrošnja električne energije .....	27
3.4.2. Ukupna potrošnja energije i potrošnja bez OIE.....	28
3.4.3 Uvoz/izvoz energije i troškovi uvoza/izvoza.....	29
3.4.4 Emisije CO <sub>2</sub> i troškovi istih .....	30
3.4.5. Investicijski troškovi i troškovi scenarija .....	31
4. ZAKLJUČAK .....	33
LITERATURA I REFERENCE.....	34

## POPIS SLIKA

Slika 1 : Položaj otoka Mljeta .....	2
Slika 2 : Shematski prikaz EnergyPLAN-a.....	4
Slika 3 : Satna potreba za grijanjem.....	15
Slika 4 : Satna potreba za hlađenjem .....	15
Slika 5 : Vrijednost sunčeva zračenja na ravnu horizontalnu plohu .....	21

## POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1 : Broj toplinski izoliranih objekata.....	5
Dijagram 2 : Vrsta grijanja.....	6
Dijagram 3 : Energent za grijanje.....	6
Dijagram 4 : Energent za pripremu tople vode .....	6
Dijagram 5 : Vrsta bojlera za pripremu tople vode .....	6
Dijagram 6 :Spremnost kućanstva na samostalnu proizvodnju energije.....	6
Dijagram 7 : Spremnost kućanstva na proizvodnju energije u zadrugama .....	6
Dijagram 8 : Potrošnja energije u javnom sektoru .....	7
Dijagram 9 : Potrošnja energije.....	9
Dijagram 10 : Potrošnja električne energije za rasvjetu.....	9
Dijagram 11 : Potrošnja električne energije .....	10
Dijagram 12 : Potrošnja energenta u sektoru turzima (MWh) .....	11
Dijagram 13 : Potrošnja goriva prema vrsti .....	11
Dijagram 14 : Udio potrošnje pojedinog sektoru u ukupnoj potrošnji društvenog sektora .....	12
Dijagram 15 : Udio javnog i društvenog sektora u ukupnoj potrošnji .....	12
Dijagram 16 : Zastupljenost pojedinog energenta u postocima .....	13
Dijagram 17 : Potrošnja el.energije na otoku Mljetu .....	27
Dijagram 18 : Potrošnja el.energije prema namjeni .....	28
Dijagram 19 : Ukupna potrošnja energije .....	28
Dijagram 20 : Kretanje uvoza i izvoza energije .....	29
Dijagram 21 : Troškovi uvoza prema energentu .....	30
Dijagram 22 : Proizvodnja CO2 emisija te njihovi troškovi .....	31
Dijagram 23 : Trošak scenarija i investicijski troškovi.....	32



**POPIS TABLICA**

Tabela 1 : Potrošnja električne energije prema namjeni (kWh/godišnje) .....	8
Tabela 2 : Potrošnja po energentima .....	13
Tabela 3: Potrošnja prema vrsti energenata (GWh) .....	16
Tabela 4 : Potrošnja električne energije prema namjeni (GWh) .....	16
Tabela 5 : Cijena energenata .....	17
Tabela 6 : Mjere propisane u javnom sektoru .....	18
Tabela 7 : Mjere propisane u sektoru kućanstva .....	18
Tabela 8 : Mjere propisane u sektoru uslužnih djelatnosti .....	19
Tabela 9 : Mjere propisane u sektoru prometa .....	19
Tabela 10 : Mjere propisane za uštedu el.energije te njihov ukupan iznos .....	20
Tabela 11 : Mjere propisane u sektoru zgradarstva .....	20
Tabela 12 : Potrošnja prema vrsti energenata (GWh/godišnje) .....	22
Tabela 13 : Potrošnja električne energije prema namjeni (GWh/godišnje) .....	22
Tabela 14 : Rezultati simulacije za 2020.godinu .....	23
Tabela 15 : Troškovi prema pojedinom energentu .....	23
Tabela 16 : Rezultati simulacije za 2030.godinu .....	26
Tabela 17 : Troškovi prema pojedinom energentu .....	26

**POPIS OZNAKA I KRATICA**

OIE	-	Obnovljivi izvori energije
SEAP	-	Sustainable Energy Action Plan
PV	-	Photovoltaic
NP	-	Nacionalni park
PTV	-	Potrošna topla voda
MSUI	-	Motori s unutrašnjim izgaranjem
DUNEA	-	Regionalna razvojna agencija Dubrovačko-neretvanske županije

## SAŽETAK

U vremenima kada obnovljivi izvori energije postaju sve dostupniji sa ekonomskog stajališta, vrijedi razmotriti njihov utjecaj na postojeći elektro-energetski sustav. Upravo to i jest tema ovog završnog rada. S obzirom da otoci vrlo često funkcioniraju kao zasebne cjeline, izrađivati simulacije i analizirati mogućnosti poboljšanja postojećeg energetskog sustava, postaje vrlo zanimljivo. Razlog zašto je odabran otok Mljet, leži u činjenici da on svojom geografskom pozicijom ima vrlo velike potencijale u iskorištavanju obnovljivih izvora energije, prvenstveno sunčeve energije i energije vjetra. Također, kako je 2014. rađena studija potrošnje energije i Akcijski plan učinkovitog gospodarenja energijom Općine Mljet (SEAP Mljet), imamo dobru podlogu za izrađivanje simulacija potrebnih za izvršenje zadatka. U prvom dijelu ovog rada prikazane su osnovne karakteristike samog otoka i njegovog stanovništva. Zatim će se prikazati osnove rada računalnog programa EnergyPLAN. Također, prikazat će se priključljeni podaci te kako je do njih došlo, a na kraju prikazat će se rezultati simulacija i modela triju vrsta scenarija za energetski sustav otoka Mljeta. Sve simulacije radit će se u programu EnergyPLAN. Analizirat će se: potrošnja električne energije, ukupna potrošnja energije, mogućnosti za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije (OIE), proizvodnja emisija CO<sub>2</sub>, te svi financijski aspekti koji proizlaze iz potrošnje energije.

Ključne riječi: Modeliranje, EnergyPLAN, Mljet, Sunčeva energija, Energija vjetra, Potrošnja električne energije, Potrošnja energije, Uvoz/izvov energije, Emisije CO<sub>2</sub>, Troškovi scenarija

## SUMMARY

In the time when renewable sources of energy are becoming more and more available from the economic point of view, it is necessary to consider their impact on existing electro-energy system. This consideration was also the topic of this thesis. Especially this is interesting if you took some island as your main topic to do research. Islands occasionally works as a isolated part of the country and because of this, it is very interesting to do simulation and models of behavior of their electro-energy system. Main reason why the island of Mljet was choosed, is his location and because of that his potential to produce his own energy from renewable sources, especially solar and wind. Also in 2014, it was made a study which reveal this potential and this was a ground floor to create a Action plan for sustainable and efficient consumption of energy for Municipality of Mljet, which was named SEAP Mljet. In the first part of this thesis we will show some basic information about the island, his inhabitants and their way of consuming energy today. Then we will shortly explain software program EnergyPLAN, which will be used for doing simulations and analysis of electro-energy system. Then we will bring some new ideas how to produce even more energy from renewable sources and then in the end we will show the results of our work. The main focus will be in showing: how much is consumption of electrical energy, overall consumption of energy, potentials for producing energy from renewable sources, how much CO<sub>2</sub> emissions ARE emitted nowadays, how much are going to be in future and in the end some economics scenarios of this consumptions and potential investments

Key words: Modeling, EnergyPLAN, Mljet, Solar energy, Wind energy, Consumption of electrical energy, Overall consumption of energy, Import/Export of energy, CO<sub>2</sub> emissions, Investments cost

## 1. UVOD

Baziranje energetske sustava isključivo na fosilnim gorivima te prekomjerna eksploatacija fosilnih goriva, postaje sve teže održivi scenarij. Osim što postoji veliki negativni utjecaj na ljudsko zdravlje i klimatske promjene, i sa financijske strane to postaje sve teže održivo. Uvođenjem trgovine emisijama CO<sub>2</sub>, isključiva proizvodnja električne energije iz konvencionalnih izvora postaje ekonomski neopravdana. Kako bi se smanjio utjecaj na okoliš, potrebno je uložiti znatna sredstva kako bi se konvencionalne elektrane učinilo prihvatljivima, a rastom investicijskih troškova te troškova održavanja njihova isplativost postaje upitna. Također, imajući u vidu globalnu nestabilnost i to u geografskim područjima gdje se odvija većina primarne eksploatacije fosilnih goriva, postaje upitno može li se vršiti neprekidno snabdijevanje istima. Upravo zbog toga, pruža se velika prilika za OIE. Isto tako, napretkom tehnologije za iskorištavanje OIE, ali i padom cijene, odnosno investicijskih troškova, oni postaju sve dostupniji, ali i proizlaze kao jedino moguće rješenje postojećih problema.

### 1.1 Energetska neovisnost otoka

Otoci su, najčešće, društveno izolirane cjeline od kopna. Karakteriziraju ih loša prometna povezanost, problemi sa povezivanjem na vodovodnu mrežu, ali i loša povezanost na elektro-energetski sustav. Upravo zbog toga život na otocima je značajno otežan, ali i skup.

Najzanimljiviji problem sa kojim se stanovnici otoka suočavaju jest problem sa elektro-energetskom mrežom, a on se očituje u problemima sa kontinuiranim snabdijevanjem električne energije. Kako su elektro-energetski sustavi na otocima prilično zastarjeli, ali i najčešće rađeni na temelju potreba za lokalno stanovništvo, tijekom ljetnih mjeseci pri velikoj opterećenosti sustava dolazi do prekida napajanja električnom energijom. To stvara velike probleme za lokalno stanovništvo u svakodnevnom životu, ali uzrokuje i određene ekonomske gubitke upravo u turističkom, odnosno uslužnom sektoru, koji je vrlo često glavna djelatnost otoka.

Izvrstan primjer energetske neovisnosti pruža danski otok Samsø. Površine 114,26 km<sup>2</sup>, te sa nešto više od 4000 stanovnika, postao je prvi energetski neovisan otok u svijetu i to koristeći isključivo obnovljive izvore energije. Tu razinu uspjeli su postići u samo osam godina, a ukupna investicija iznosila je 67,1 milijun eura. Osnovni energent koji se koristi jest vjetar, a njegova eksploatacija vrši se off-shore i on-shore vjetroturbinama. Vjetar je zaslužan za pokrivanje potreba za električnom energijom, ali i za prelazak transportnog sustava sa fosilnih goriva na OIE. Također, na otoku se nalaze postavljeni i solarni kolektori, ali i izgrađene četiri termoelektrane na biomasu koje zadovoljavaju 70% potreba za toplom vodom i grijanjem. Osim što ovakav sustav pokriva 100% potreba lokalnog stanovništva, godišnje se ostvaruje i višak proizvodnje električne energije (10 %) koji se predaje u mrežu i koristi se na kopnu.

## 1.2 Mljet

Otok Mljet, nalazi se u arhipelagu Južne Dalmacije, izduženi je otok, širok prosječno 3km, a dugačak 37 km te mu je ukupna površina 100,4 km<sup>2</sup>. Prema posljednjem popisu stanovništva iz 2011. godine, na otoku je živjelo 1088 stanovnika, u 457 kućanstava. Stanovništvo živi u 20 naselja, od kojih je najveće Babino Polje koje je ujedno i administrativno središte općine, a sva naselja zajedno sačinjavaju Općinu Mljet.

Mljet je jedan od najzelenijih otoka te je prepun šumskim, odnosno drvnim bogatstvom. Preko 70% otoka prekriveno je šumom, a to ga čini vrlo povoljnim za iskorištavanje biomase kao obnovljivog energenta. S obzirom da se na samom otoku nalazi i Nacionalni park Mljet, nije moguće iskorištavati više od 30% drvnog bogatstva, koliko se nalazi na nezaštićenom području. Već spomenuti NP Mljet, jedan je od prvih zaštićenih lokaliteta na području Republike Hrvatske, a proteže se na 5 375 hektara morskog i kopnenog prostora, a lokacija mu je na sjeverno-zapadnoj strani otoka.

Na otoku se nalaze i tri izvora bočate vode i to kod Blata, Sobre i Požure. Ti izvori vode koriste se za navodnjavanje polja, ali i kao izvori pitke vode. Otok nije spojen na državni vodovod te se pitka voda dobiva postupcima desalinizacije i transportom sa kopna.

Zbog specifičnog izgleda otoka, ne postoji raširena mreža cesta, a za nju niti nema potrebe s obzirom da je većina naselja smještena na horizontalnoj liniji otoka. Također, na otoku ne postoji organizirani javni prijevoz. S druge strane otok je sa kopnom prilično dobro povezan trajektnim linijama. Postoje direktne linije koje sa otoka vode na poluotok Pelješac, a postoje i posredne linije za Dubrovnik i Split. Drugih oblika prijevoza, kao što je zračni prijevoz, ne postoji, iako postoje određeni planovi.

Gospodarstvo Mljeta uglavnom počiva na uslužnom sektoru te se većina stanovništva bavi nekim oblikom turizma. Dio turizma direktno je povezan uz NP Mljet, ali vrlo je razvijen i privatni oblik turizma, odnosno iznajmljivanje apartmana te ugostiteljske djelatnosti. Također, dio stanovništva se bavi i maslinarstvom te uzgojem riba.



Slika 1 : Položaj otoka Mljeta

### 1.3 SEAP Mljet

SEAP Mljet, odnosno Akcijski plan učinkovitog gospodarenja energijom Općine Mljet, predstavlja temelj bilo kakvih razmatranja poboljšanja postojećeg elektro-energetskog sustava. SEAP planovi proizlaze iz MESHARTILITY dogovora, a on se postiže na razini lokalne vlasti te je dio širokog svjetskog projekta za poboljšanje sustava gospodarenja energijom.

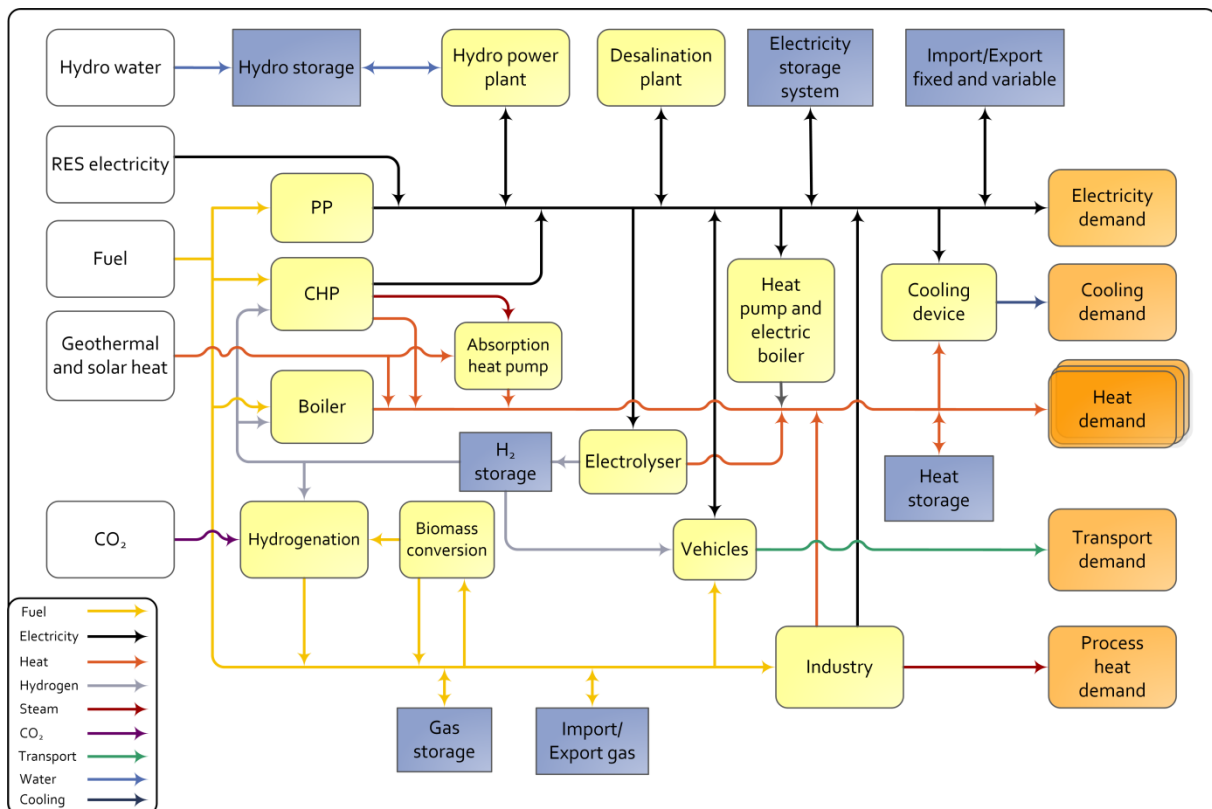
Za Općinu Mljet izrada programa pokrenuta je u travnju 2012. godine, a završen je u travnju 2015. godine. Sam Akcijski plan učinkovitog gospodarenja energijom donesen je u svibnju 2014. godine. U samom projektu nalazimo bitne informacije o životu na otoku, navikama stanovništva u korištenju energijom te spremnost mještana da koriste OIE. Veliki doprinos izradi plana dala su distribucijska tvrtka HEP-ODS d.o.o. te HEP Elektrojug Dubrovnik koji su dostavili sve tražene statističke podatke o potrošnji. Do informacija o navikama građana došlo se uglavnom anketnim putem. Građani su o samom programu kao i njegovim ciljevima bili upoznati preko dva lokalna foruma te ostalih institucija na razini Općine, ali i Dubrovačko-neretvanske županije.

S obzirom da još uvijek ne postoji zakonodavni okvir temeljem kojeg bi se mogle propisivati norme i ciljevi u gospodarenju energijom te iskorištavanju OIE, SEAP planovi i programi imaju savjetodavan karakter. Također, Republika Hrvatska oslanja se na europsku politiku održivog razvoja i iskorištavanja OIE i to preko direktiva: 2009/28/EZ, 2010/31/EU TE 2012/27/EU. Ministarstvo gospodarstva najodgovornije je političko tijelo u RH za donošenje odluka vezanih uz energetiku i energetske budućnost zemlje. Za energetske politiku također je važan i Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije (NREAP). U tom planu osim poticanja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, navodi se i potreba za uspostavom napredne i moderne distribucijske mreže sa pametnim brojilima, a sve zajedno je povezano u tzv. „Smart grid“. Također, stavlja se naglasak na važnost uspostave eko-transporta, odnosno povećanja udjela električnih vozila na cestama.

### 1.4 ENERGYPLAN

Potrebne simulacije i modeli radit će se u računalnom programu EnergyPLAN. EnergyPLAN je softverski alat koji služi za energetske planiranje. Razvijen je 1999. godine u Danskoj te je tijekom godina neprestano nadograđivan uz pomoć svjetskih stručnjaka u energetske planiranju. Osim što se u njemu mogu planirati nacionalni energetske sustavi, mogu se također izrađivati i regionalne te lokalne energetske strategije. Njegova velika prednost u odnosu na ostale programe tog tipa jest u mogućnosti prikaza satne raspodjele potrošnje i opterećenja. Također, ima široku mogućnost unosa podataka potrebnih za modeliranje te njihovu preciznu raspodjelu prema područjima potrošnje. Osnovni ulazno/izlazni modeli sastoje se od tri sektora, a to su: električna energija, toplinska energija te sektor transporta. Pri dobivanju rezultata, osim već spomenute satne raspodjele, imamo mogućnost i preciznog dobivanja rezultata potrošnje energije i iznos CO<sub>2</sub> emisija prema

svakom pojedinom sektoru. Program je vrlo povoljan i za prikaz interakcije između CHP sustava i OIE. Kao ulazni parametri definiraju se potrošnja energije, instalirani proizvodni kapaciteti, obnovljivi izvori energije te troškovi. Također, važno je poznavati distribucijske krivulje za područje nad kojim se planira napraviti energetska analiza. Distribucijske krivulje sadrže podatke o satnoj opterećenosti mreže, potrebama za grijanje, hlađenje itd. Važno je imati točne i precizne distribucijske krivulje jer u protivnom rezultati mogu biti u potpunosti pogrešni. Kao rezultat dobivamo razne energetske bilance kao što su godišnja proizvodnja i potrošnja energije, emisije CO<sub>2</sub>, viškovi proizvodnje električne energije, potreba za dodatnim uvozom energije te ukupni troškovi sustava koji se modelira.



Slika 2 : Shematski prikaz EnergyPLAN-a



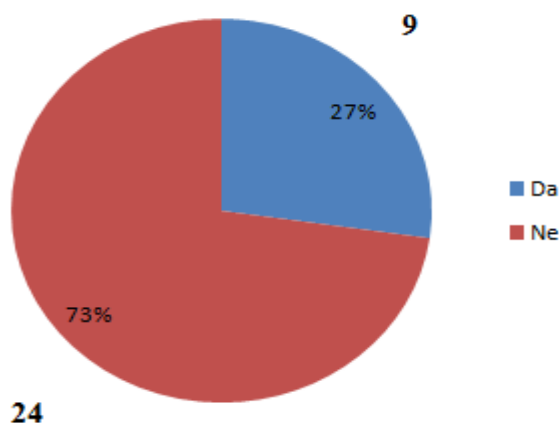
## 2. ANALIZA ENERGETSKOG SUSTAVA OTOKA MLJETA

### 2.1 Anketno prikupljanje podataka

Kao što je već spomenuto u poglavlju 1.3, SEAP Mljet osnovni je dokument po kojem se izrađivao ovaj rad, a u njemu se navodi da su mjere propisane u sektorima kućanstva, prometa, javne rasvjete, uslužnom sektoru te nekretninama i pokretninama u vlasništvu općine i NP Mljet. Emisija stakleničkih plinova do 2020., prema tim mjerama, trebale bi biti smanjenje za 802 t CO<sub>2</sub>, odnosno 21,41% u odnosu na referentu 2012. godinu. Podaci koji su korišteni za izradu Akcijskog plana, podijeljeni su na potrošnju u sektoru javnih usluga te potrošnju sektora kućanstava i uslužnih djelatnosti te će kao takvi biti i prikazani u narednim poglavljima. No pri izradi simulacija i modeliranju sustava, navedeni podaci bili su sumirani i kao takvi unošeni u računalni program EnergyPLAN.

Prije no što je započeo tehnički dio projekta vezan uz sam elektro-energetski sustav otoka, agencija DUNEA provela je on-line anketu kako bi se što više saznalo o energetsom stanju nekretnina u privatnom vlasništvu te navikama stanovništva. Anketa je rađena na uzorku od 33 kućanstva na razini županije te stoga ne predstavlja reprezentativni uzorak, ali ipak daje vrijedne informacije.

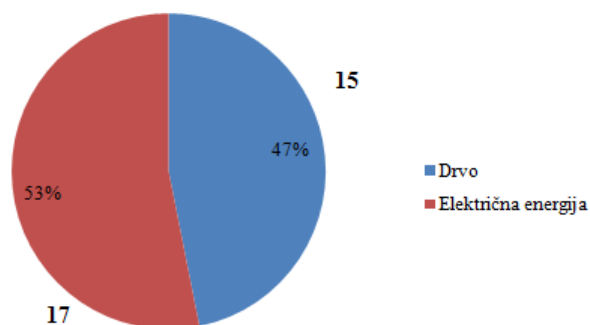
Iako je anketa obuhvaćala veći broj pitanja, ovdje će biti izdvojeni samo oni rezultati i dijagrami koji su važni za energetske planiranje.



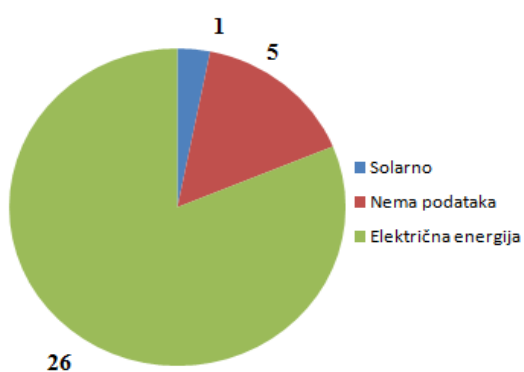
Dijagram 1 : Broj toplinski izoliranih objekata



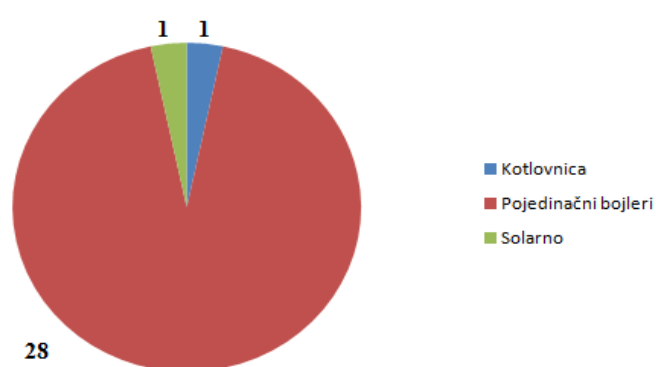
Dijagram 2 Vrsta grijanja



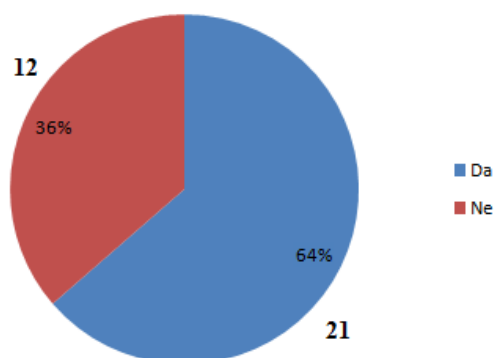
Dijagram 3 : Energent za grijanje



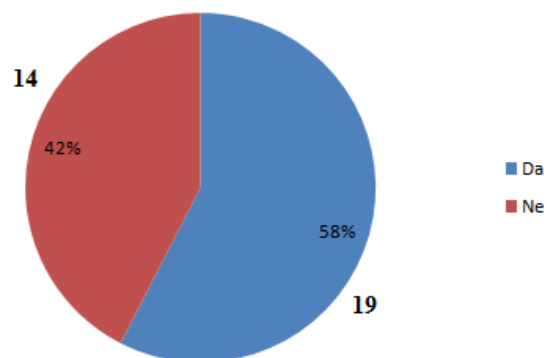
Dijagram 4 : Energent za pripremu tople vode



Dijagram 5 : Vrsta bojlera za pripremu tople vode



Dijagram 6 : Spremnost kućanstva na samostalnu proizvodnju energije



Dijagram 7 : Spremnost kućanstva na proizvodnju energije u zadrugama

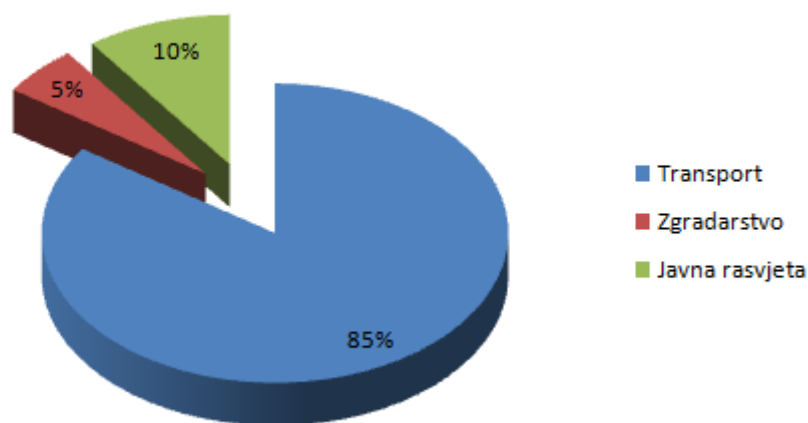
Iz navedenih dijagrama možemo zaključiti da postoji puno prostora za poboljšanje energetske učinkovitosti u kućanstvima. Prvenstveno se to odnosi na toplinsku izolaciju građevina jer kako možemo vidjeti, čak 73% kućanstva nema nikakvu izolaciju. Nadalje, iz dijagrama 2 i 3 vidi se da većina kućanstva koristi pojedinačne peći kao izvor topline, a energent koji se koristi je drvo ili električna energija u podijeljenom omjeru. Ovdje, dakle,

postoji prostora za uvođenje lokalnih centraliziranih sustava grijanja, čime bi se sasvim sigurno doprinijelo energetskej učinkovitosti. Energent koji bi se mogao koristiti u tom slučaju bila bi biomasa, jer kako smo naveli otok Mljet je izrazito pošumljen otok te ima zadovoljavajući godišnji prirast drva. Slično kao i kod grijanja i za proizvodnju tople vode velikom većinom koriste se pojedinačni bojleri, a kao glavni energent ovdje dominira električna energija. S obzirom na geografski položaj otoka te veliku količinu dozračene sunčeve energije, kao logično rješenje za proizvodnju PTV nameću se solarni sustavi. Upravo iz tog razloga, važno je osvijestiti građane na prednosti korištenja OIE.

Posljednja dva navedena dijagrama (6 i 7), daju nam zanimljivu informaciju o spremnosti kućanstava na proizvodnju energije. Čak 64% kućanstava, dakle nešto više od trećine, izrazilo je spremnost na vlastitu proizvodnju energije, dok je ne znatno manji broj njih spreman na proizvodnju energije u zadrugama. Iz ovog možemo iščitati da je stanovništvo spremno na proizvodnju vlastite energije te je iz tog razloga važno provesti dodatnu edukaciju na koji način se to može izvesti, ali i omogućiti određenim poticajima da se to i ostvari. Vlastita proizvodnja energije, osim očuvanja okoliša, nudi i mogućnost izbjegavanja učestalih prekida napajanja električnom energijom, sa kojom ima problem gotovo 50% anketiranog stanovništva. Zbog turizma, opterećenje mreže je veliko tijekom ljetnih mjeseci te su padovi tada učestali, a to uzrokuje puno problema za stanovništvo, ali i turizam općenito.

## 2.2 Potrošnja u javnom sektoru

Ukupno je u javnom sektoru Općine Mljet potrošnja energije 2012. godine iznosila 867 MWh, a troškovi su premašivali 100 000 €. Na sljedećem dijagramu bit će prikazana potrošnja energije po sektoru zgradarstva, transporta, te javne rasvjete.



Dijagram 8 : Potrošnja energije u javnom sektoru

Iz priloženog dijagrama vidi se da se najviše potrošnje ostvaruje u sektoru transporta te na njega otpada 85% ukupne potrošnje energije. Na javnu rasvjetu troši se 10% energije, dok se u zgradama u vlasništvu općine i NP Mljet, troši tek 5% ukupne energije. Upravo iz tog razloga, energent koji se najviše troši je dizel sa 77,5%, slijedi ga električna energija sa 15,5%, dok je benzin zastupljen za 7%. U sljedećim poglavljima bit će prikazana detaljnija potrošnja za svaki dio javnog sektora.

### 2.2.1. Potrošnja električne energije u zgradama

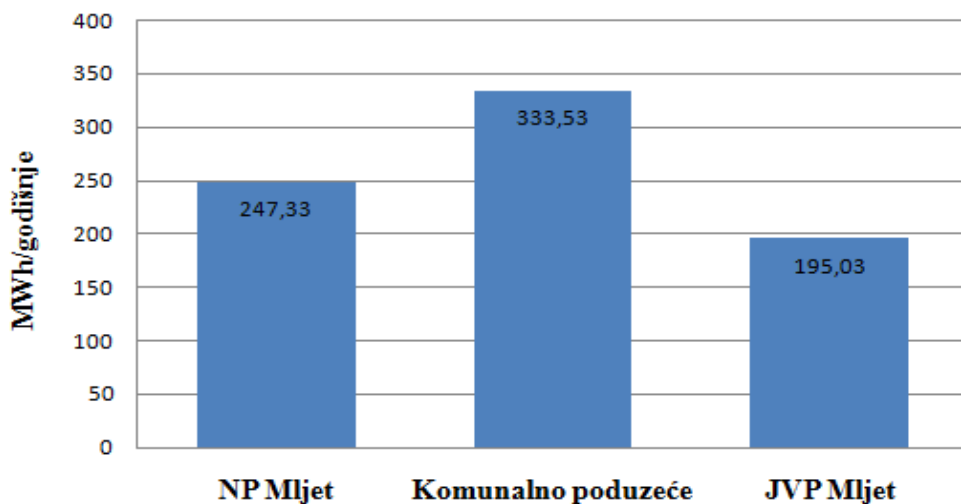
Za potrošnju u javnom sektoru, u obzir su uzeti podaci potrošnje energije u zgradi općine, zgradi vatrogasne postrojbe, domu kulture te NP Mljet. Površina tih zgrada kreće se od 140 do 190 m<sup>2</sup>, a broj korisnika je četrdesetak u svim zgradama. U zgradama u vlasništvu općine troši se jedino električna energija, dok se u NP Mljet troši i drvo kao energent za grijanje. Ukupna potrošnja energije u svim zgradama javnog sektora iznosila je 49,8 MWh u 2012. godini.

**Tabela 1 : Potrošnja električne energije prema namjeni (kWh/godišnje)**

	Priprema tople vode	Grijanje prostora	Hlađenje prostora
Zgrade u vlasništvu općine	1 729	11 330	10 290
Upravna zgrada NP Mljet	2 800	7 000	5 000

U Tablici 1. Prikazana je potrošnja električne energije za određene radnje. Mjerna jedinica u kojoj je iskazana potrošnja jest kilovat-sat (kWh). Iz navedenih podataka možemo vidjeti da se većina električne energije troši na grijanje i hlađenje prostora, dok se na pripremu tople vode troši gotovo zanemarivi iznos u odnosu na ukupnu potrošnju.

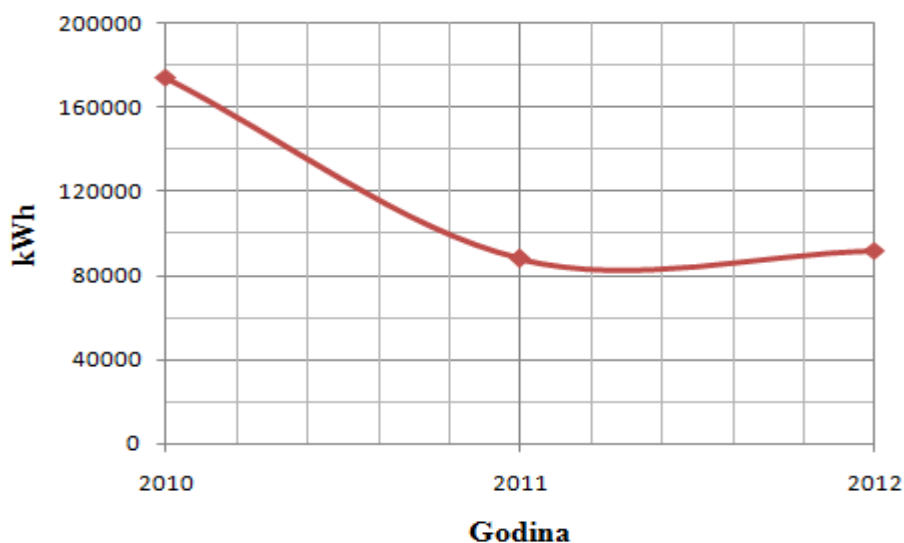
### 2.2.2. Potrošnja u sektoru transporta



Dijagram 9 : Potrošnja energije

Iz dijagrama 8, možemo iščitati potrošnju energije u sektoru transporta podijeljenu na potrošnju u vozilima NP Mljet, komunalnog poduzeća te JVP Mljet. Ukupna potrošnja energije u sektoru transporta iznosi 775 MWh/ godišnje. Na dizel otpada 711 MWh, odnosno 68 871 litara, dok na benzin otpada 64 MWh, odnosno 6 650 litara. S obzirom da se u voznom parku Komunalnog poduzeća i JVP Mljet uglavnom nalaze veliki kamioni potrebni za prijevoz velikog opterećenja, u ovom sektoru nije realno očekivati velike uštede u ovom trenutku. S druge strane, uprava NP Mljet već je započela proces zamijene vozila na motor sa unutrašnjim izgaranjem sa onima na električni ili hibridni pogon tako da će se tu postići određene uštede.

### 2.2.3 Javna rasvjeta

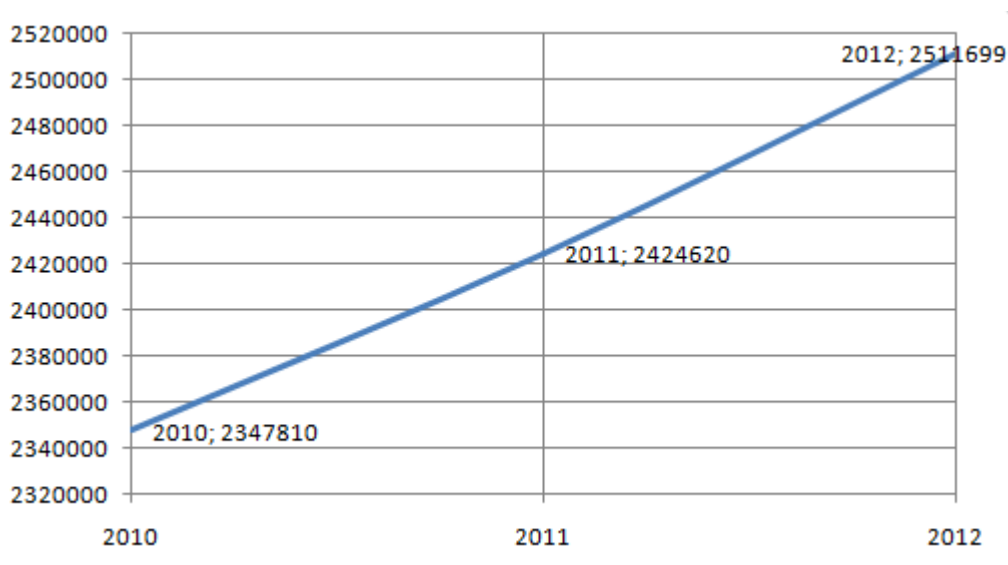


Dijagram 10 : Potrošnja električne energije za rasvjetu

Potrošnja za javnu rasvjetu u 2010. godini iznosila 174 331 kWh. Krajem 2010. godine, ušlo se u modernizaciju sustava javne rasvjete te je samim time došlo do smanjenja potrošnje električne energije u tom sektoru gotovo za polovicu. Tako da je potrošnja 2011. godine iznosila 88 025 kWh, dok je 2012. to bilo 92 146 kWh. Upravo je primjer javne rasvjete odličan primjer isplativosti ulaganja u energetska učinkovitost.

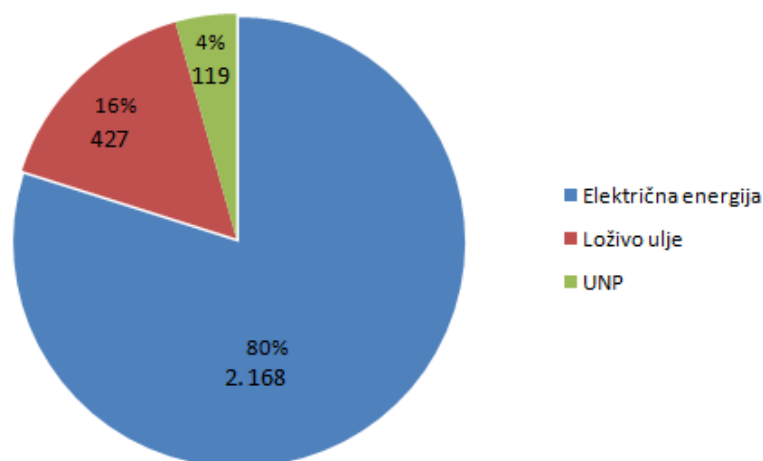
### 2.3 Potrošnja u društvenom sektoru

Osim potrošnje kućanstava, ovdje je analizirana i potrošnja tercijarnog sektora, odnosno uslužnih djelatnosti. U potrošnji kućanstava dominira električna energija i to u iznosu od 59%, vrlo veliku zastupljenost ima i biomasa sa 40%, dok je ukapljeni naftni plin (UNP) zastupljen tek sa 1%. Razvojem turizma raste i potrošnja električne energije, a ona je u 2012. Godini iznosila 2 511 699 kWh.



Dijagram 11 : Potrošnja električne energije

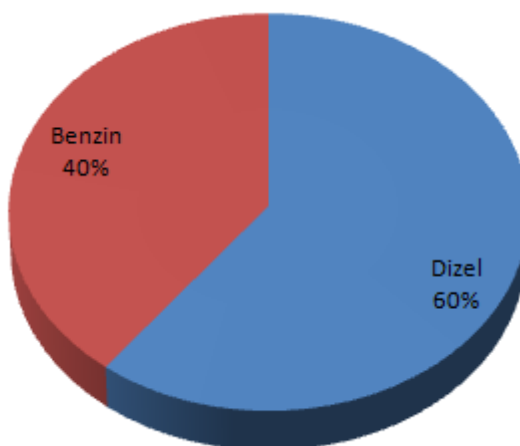
Kao što je već i bilo navedeno, glavna gospodarska djelatnost na otoku Mljet, jest turizam. Iz tog razloga velika potrošnja energije ostvaruje se u tom sektoru. Kao i kod kućanstva, i ovdje je dominirajući energent električna energija, ali prisutna je i potrošnja lož ulja te UNP-a. Ukupna potrošnja energije iznosila je 2 714 MWh. Najveći dio tog iznosa odnosi se na električnu energiju na koju otpada 80%, odnosno 2 168 MWh. Loživo ulje troši se u iznosu od 427 MWh i to uglavnom kao energent za grijanje, dok se UNP troši u iznosu od 119 MWh.



Dijagram 12 : Potrošnja energenta u sektoru turzima (MWh)

### 2.3.1 Potrošnja u sektoru prometa

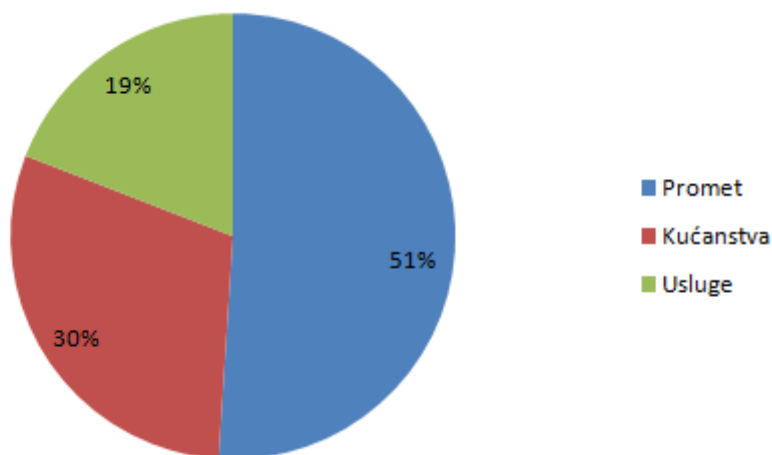
Kao i kod javnog sektora i ovdje je najzastupljeniji energent dizel i to u iznosu 420 075 litara, odnosno 4 604 MWh, dok je potrošnja benzina puno manja, a iznosi 274 982 litre, odnosno 2 643 MWh. Ukupna potrošnja iznosi 7 247 MWh, a najveći dio toga otpada na osobne automobile.



Dijagram 13 : Potrošnja goriva prema vrsti

### 2.3.2 Ukupna potrošnja u društvenom sektoru

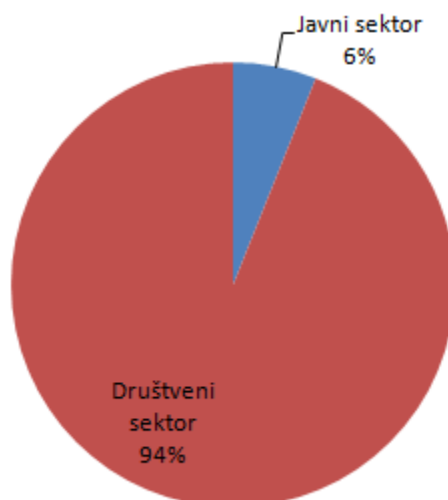
Ukupna potrošnja u društvenom sektoru iznosi 14 200 MWh, od čega najveći dio otpada na sektor prometa i to u iznosu od 7 247 MWh, u kućanstvima se troši 4 239 MWh, dok se u tercijarnom sektoru troši 2 714 MWh.



Dijagram 14 : Udio potrošnje pojedinog sektoru u ukupnoj potrošnji društvenog sektora

### 2.4 Ukupna potrošnja energije na otoku Mljetu

Ukupna potrošnja energije na otoku Mljetu u 2012. Godini iznosila je 15 117 MWh za analizirane sektore. U ukupnoj potrošnji dominira potrošnja društvenog i tercijarnog sektora te na njega otpada 94% ukupne potrošnje, odnosno 14 200 MWh, dok potrošnja javnog sektora iznosi tek 6% u iznosu 917 MWh.



Dijagram 15 : Udio javnog i društvenog sektora u ukupnoj potrošnji

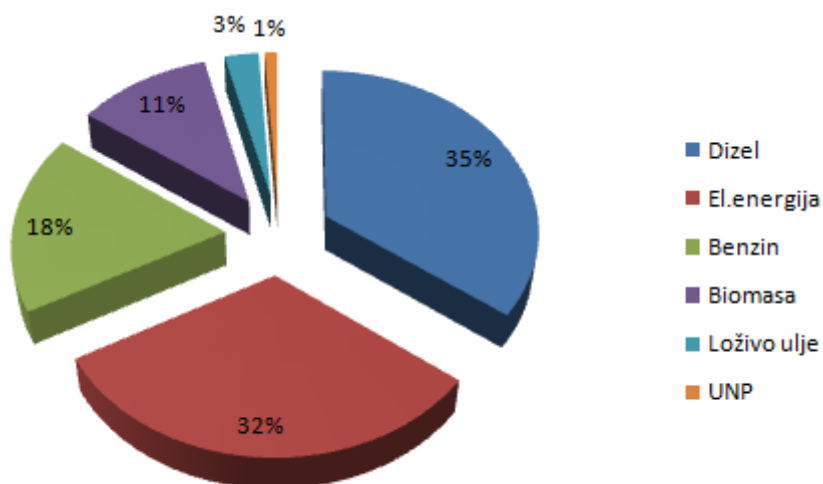


### 2.4.1. Ukupna potrošnja energije po energentima

U ukupnoj potrošnji energenta, dominiraju potrošnja dizela i električne energije. Zamjetna je potrošnja benzina i biomase, dok su UNP i Loživo ulje gotovo neznatno zastupljeni.

Tabela 2 : Potrošnja po energentima

Vrsta goriva	Ukupna potrošnja (MWh)	Potrošnja po stanovniku ( MWh/stanovnik)
<b>Dizel</b>	5 315	4,885
<b>Električna energija</b>	4 822	4,432
<b>Benzin</b>	2 706	2,488
<b>Biomasa</b>	1 690	1,553
<b>Loživo ulje</b>	427	0,392
<b>UNP</b>	157	0,144
<b>Ukupno</b>	<b>15 117</b>	<b>13,894</b>



Dijagram 16 : Zastupljenost pojedinog energenta u postocima

### **3. IZRADA SCENARIJA I MODELA**

Kao što je bilo navedeno u prethodnim poglavljima, osnovni alat za izradu modela i scenarija za modeliranje energetskeg sustava bio je računalni program EnergyPLAN. U ovom radu biti će prikazana tri scenarija za otok Mljet. Prvi zadatak u završnom radu sastoji se od dva dijela, odnosno dva scenarija. Prvi dio jest izrada scenarija za referentnu 2012. godinu. Drugi dio prvog zadatka jest izrada scenarija sa implementacijom mjera propisanih u Akcijskom planu gospodarenja energijom (SEAP Mljet). Nakon što se analiziraju rezultati dobiveni u prvom zadatku, potrebno je osmisлити dodatne mjere kako bi se povećala energetska učinkovitost i održivost cjelokupne zajednice te se to izvodi u drugom zadatku završnog rada.

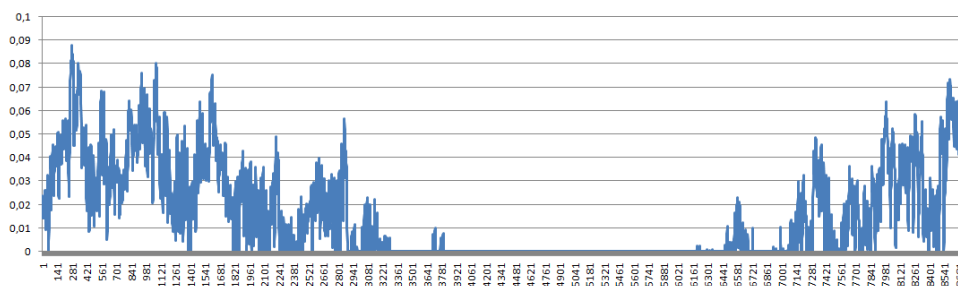
#### **3.1. Izrada i analiza scenarija za referentnu 2012. Godinu**

Kao što je već i bilo spomenuto, temeljni dokument za izradu scenarija za referentnu 2012. godinu bio je Akcijski plan učinkovitog gospodarenja energijom, odnosno SEAP Mljet. S obzirom da računalni program EnergyPLAN ne prepoznaje razliku u potrošnji javnog odnosno društvenog sektora, prije bilo kakvog ubacivanja podataka u sam program bilo je potrebno sumirati prikupljene podatke, ali i podijeliti ih u sektor potrošnje. Tako je za izradu scenarija potrebno napraviti podjelu na potrebu (demand) za sektor grijanja, hlađenja, industriju, transport, pripremu vode, te ukupno potrošnju električne energije. U sljedećoj tablici biti će navedeni podaci koji su se koristili, odnosno upisivali u program. Neki od tih podataka bili su egzaktno poznati iz samog SEAP-a, dok je za dobivanje nekih podataka trebalo razviti određene modele koji aproksimiraju njihove iznose. Prvenstveno to se odnosi na podatke za potrošnju električne energije za grijanje i hlađenje prostora.

##### **3.1.1. Unos podataka u scenarij za referentnu 2012. Godinu**

Ukupna potrošnja električne energije na otoku Mljetu u 2012. Godini iznosila je 4,822 GWh. U tu sumu uključena je i potrošnja električne energije za grijanje prostora preko klima jedinica, ali i za hlađenje prostora preko klima jedinica, kao i potrošnja električne energije u vodovodnom sustavu, odnosno električne energije u desalinizacijskim postrojenjima.

Pretpostavljeni broj kućanstva koji koristi klima jedinice kao sustave za grijanje prostora iznosi 145. Prema podacima o prosječnoj mjesečnoj temperaturi za jednu godinu, može se pretpostaviti da se grijanje koristi tijekom 173 dana u godini, u prosječnom trajanju od 20 sati na dan. Klima uređajima je potrebno otprilike 1,2 kW električne energije za dobivanje 3,2 kW toplinske energije. Koristeći navedene podatke dobiva se podatak da se za grijanje prostora godišnje troši 0,602 GWh električne energije.



Slika 3 : Satna potreba za grijanjem

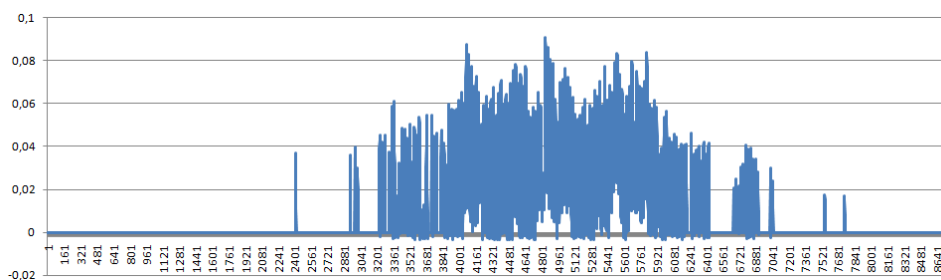
Formula za taj izračun izgleda ovako :

- broj dana u godini za grijanje prostora \* broj sati koliko se prostor grije \* snaga klima jedinice \* broj klima jedinica = potrošnja električne energije za grijanje

U ovom slučaju 145 klima jedinica koristi se za grijanje 173 dana u godini po 20 sati dnevno. Za to je potrebna nominalna snaga od 1,2 kW. ukupna potrošnja iznosi, već spomenutih, 0,602 GWh.

- $173 * 20 * 1,2 * 145 = 0,602 \text{ GWh/godišnje}$

Za proračun električne energije koji se troši za hlađenje prostora također je bilo potrebno pretpostaviti broj klima jedinica koje se koriste za hlađenje prostora. Pretpostavka je bila da 50% kućanstava u ovom trenutku koristi klima jedinice, to znači da se na otoku nalazi otprilike 228 klima jedinica. Prema meteorološkim podacima, odnosno prosječnim mjesečnim temperaturama, može se pretpostaviti da je potrebno hladiti 107 dana godišnje, tijekom ljetnih mjeseci i to 17 sati tijekom dana. Prosječna potrebna snaga klima jedinica za hlađenje prostora je 1,06 kW. Koristeći navedene podatke, dobiva se potrošnja električne energije u godini za hlađenje prostora u iznosu od 0,439 GWh. Broj klima jedinica na otoku iznosi otprilike 228, koriste se tokom 107 dana u godini po 17 sati dnevno, a za to je potrebna snaga 1,06 kW.



Slika 4 : Satna potreba za hlađenjem

Formula za taj izračun izgleda ovako:

- broj dana u koliko se koriste \* broj sati dnevno koliko se koriste \* snaga klima jedinice \* broj klima jedinica = potrošnja električne energije za hlađenje
- $107 * 17 * 1,06 * 228 = 0,439 \text{ GWh/godišnje}$

Potrošnja električne energije za pripremu svježe vode dana je u samom Akcijskom planu, a ona iznosi 150 MWh godišnje. Godišnja potreba otoka za vodom iznosi 30 890 m<sup>3</sup>. Kapacitet vodosprema je 3 100 m<sup>3</sup>. Za pripremu svježe vode potrebno je 5 kWh/m<sup>3</sup>, a kapacitet desalinizacijskih postrojenja je 4 m<sup>3</sup> svježe vode/h.

Ukoliko se od ukupnog iznosa potrošnje električne energije oduzmu iznosi za grijanje, hlađenje i pripremu svježe vode, preostaje 3,782 GWh/godišnje koji se koristi u javnoj rasvjeti, javnom sektoru te za obavljanje nekih drugih radnji u kućanstvu.

Za grijanje prostora, također se koristi biomasa i loživo ulje. Potrošnja biomase na godišnjoj razini iznosi 1,69 GWh, dok je potrošnja loživog ulja 0,427 GWh godišnje.

Ukapljeni naftni plin smješten je kao energent za potrebe kuhanja, resotrana i ostalih ugostiteljskih potreba, a njegova konzumacije je vrlo malih 157 MWh na godišnjoj razini.

Vrlo velika potrošnja, kao što je bilo i navedeno, ostvaruje se u sektoru transporta. Ukupna potrošnja energije u tom sektoru iznosi 8 022 MWh godišnje. Dizel se troši u znatno većoj mjeri te je njegova potrošnja 5 315 MWh/godišnje, dok je benzin zastupljen sa 2 707 MWh/godišnje. Razlog tako velikoj potrošnji leži u činjenici da u 2012. godini, gotovo da nije bilo električnih vozila, posebice u privatnom vlasništvu.

**Tabela 3: Potrošnja prema vrsti energenata (GWh)**

Električna energija	4,822
Dizel	5,315
Benzin	2,707
Biomasa	1,69
UNP	0,157
Loživo ulje	0,427
<b>Ukupno</b>	<b>15,181</b>

**Tabela 4 : Potrošnja električne energije prema namjeni (GWh)**

Grijanje	0,602
Hlađenje	0,439
Priprema svježe vode	0,150
Ostalo	3,632
<b>Ukupno</b>	<b>4,822</b>

Prilikom unosa podataka potrebno je definirati i način opskrbe otoka energentima. U 2012. godini, proizvodnja iz OIE na otoku bila je neznatna, te je sva energija dolazila sa kopna. Električna energija dopremala se podvodnim kablom povezanim sa kopnom, fosilna goriva dopremala su se brodom sa kopna, dok je jedino biomasa energent koji se eksploatirao direktno na samom otoku.

### 3.1.2. Rezultati simulacije za referentnu 2012. Godinu

Rezultati scenarija za referentu 2012. godinu, već su dijelom i poznati. Potrošnja električne energije iznosi 4,822 GWh/godišnje, dok je ukupna potrošnja energije i svih energenata 15,12 GWh/godišnje. Kao što je već bilo navedeno, ne postoji značajna proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora, već se jedino biomasa koristi kao obnovljivi energent i to u sustavu grijanja u iznosu od 1,69 GWh/godišnje. U ovoj simulaciji, odnosno scenariju, nije uzeto u obzir način proizvodnje energije iz OIE koja se uvozi, tako da je ukupna potrošnja energije bez OIE 13,43 GWh/godišnje. Emisije CO<sub>2</sub> koje emitira ovakav elektro-energetski sustav iznosi 2 280 t/godišnje. Ukoliko je prosječna cijena CO<sub>2</sub> 4,5 €/tona. Trošak CO<sub>2</sub> emisija iznosi oko 10 000 €.

**Tabela 5 : Cijena energenata**

Cijena energenata €/GJ	
Električna energija (€/MWh)	50
UNP	9,1
Loživo ulje	16
Dizel/Benzin	15,5

**Tabela 6 : Rezultati simulacije za 2012.godinu**

	EnergyPLAN	Predviđeno SEAP-om
Kritični višak proizvodnje el.energije	-	-
Ukupna potrošnja električne energije	4820 MWh/godišnje	4 822 MWh/godišnje
Ukupna potrošnja energije	15 120 MWh/godišnje	15 117 MWh/godišnje
Ukupna potrošnja energije bez OIE	13 430 MWh/godišnje	13 430 MWh/godišnje
Proizvedena energija iz OIE	1 690 MWh/godišnje	1 690 MWh/godišnje
Uvoz energije	13 430 MWh/godišnje	-
Izvoz energije	-	-
Emisije CO <sub>2</sub>	2 280 t/godišnje	3 743 t/godišnje
Plaćanje uvoza energije	711 000 €/godišnje	-
Naplata izvoza energije	-	-
Ukupan trošak scenarija	721 000 €/godišnje	-

**Tabela 7 : Troškovi po energentu**

Dizel/Benzin	456 000 €/godišnje
Ukapljeni naftini plin	5 000 €/godišnje
Električna energija	250 000 €/godišnje
CO <sub>2</sub> emisije	10 000 €/godišnje
<b>Ukupno</b>	<b>721 000 €/godišnje</b>

### 3.2 Izrada i analiza scenarija sa korištenjem mjera iz SEAP-a

Ukupno je u SEAP-u propisano 40 mjera koje su se počele provoditi 2014. godine, a njihov završetak očekuje se 2020. godine. U sektoru kućanstva propisano je dvanaest mjera, sedam mjera propisano je za javni sektor i promet, dok je za NP Mljet i uslužni sektor propisano njih šest. Također, po jedna mjera propisana je za javnu rasvjetu i za vozila u vlasništvu općine. Ukupno je 29 mjera kvantificirano, odnosno za njih se moglo procijeniti koliku uštedu donose, dok su preostale mjere i uštede koje proizlaze iz njih teško procjenjive prije nego li se implementiraju. U ovom radu neće biti pobrojane sve mjere koje su se koristile pri izradi simulacije, već samo one koje donose najveće uštede. Također, biti će prikazano za koji sektor (grijanje, hlađenje, transport, električna energija) su se pojedine mjere koristile pri izradi simulacije.

#### 3.2.1. Popis mjera iz Akcijskog plana gospodarenja energijom

Tabela 8 : Mjere propisane u javnom sektoru

Mjere propisane u javnom sektoru	Ušteda u MWh/godišnje
Zamjena postojećih rasvjetnih tijela, energetski učinkovitijim	3,35
Ugradnja toplinskih solarnih kolektora za pripremu PTV	0,63
Izolacija vanjske ovojnice zgrade	5,18
Zamjena vanjske stolarije zgrade	1,29
Edukacija o energetske učinkovitosti	2,49
Uvođenje PV sustava malih snaga na krovove javnih zgrada	42,3
Nabava energetski učinkovitijih vozila	123,36

Tabela 9 : Mjere propisane u sektoru kućanstva

Mjere propisane u sektoru kućanstva	Ušteda u MWh/godišnje
Sufinanciranje korištenja solarnih kolektorskih sustava	10,93
Zamjena postojećih rasvjetnih tijela energetski učinkovitijim	307,65
Izolacija vanjske ovojnice zgrada i krovovišta	25,34
Zamjena vanjske stolarije	8,44
Prelazak s električnog grijanja prostora i PTV na visokoučinkovite dizalice topline	11,73
Zamjena kućanskih uređaja energetski učinkovitijima	251,17
Edukacija stanovništva o mogućnostima uštede energije grijanjem/hlađenjem	101,78
Uvođenje PV sustava malih snaga na krovove zgrada	26

Udruživanje u energetske zadruge	30
----------------------------------	----

Tabela 10 : Mjere propisane u sektoru uslužnih djelatnosti

Mjere u uslužnom sektoru	Ušteda u MWh/godišnje
Zamjena postojećih rasvjetnih tijela energetski učinkovitijim	121,6
Udruživanje iznajmljivača u energetske zadruge	67,86
Izolacija vanjske ovojnice zgrada i krovšta	67,75
Ugradnja termostatskih uređaja	28,23
Kompenzator jalove snage	43,36

Tabela 11 : Mjere propisane u sektoru prometa

Mjere u sektoru prometa	Ušteda u MWh/godišnje
Promocija ideje car-sharinga među stanovnicama	52,9
Promocija kupnje električnih vozila	8,91
Izgradnja biciklističkih staza i promocija biciklizma	2,08
Promoviranje korištenja električnih bicikala sa solarnim punjenjem	435
Edukacija vozača o mogućnostima uštede energije tijekom vožnje	94,4
Ostale mjere	391,07
<b>Ukupno</b>	<b>984,36</b>

Mjere propisane za NP Mljet ovdje nisu navede zbog nemogućnosti njihove kvantifikacije. Također iz prethodnih tablica vidljivo je da nisu sve mjere navedene isključivo kao mjere koje dopridonose uštedama električne energije. Određeni broj mjera, kako u javnom sektoru tako i za kućanstva, propisane su kako bi se doprionile uštede energije u sektoru zgradarstva. Boljom izolacijom zgrada, moguće je postići smanjenje potrošnje energije za grijanje, ali i hlađenje prostora. Također, neke mjere navode i ugradnju PV sustava na krovove zgrada te će se upravo i predviđeni kapaciteti koristiti kao obnovljivi izvori energije na samom otoku. Mjere koje se isključivo odnose na jedan sektor potrošnje energenata su mjere propisane u sektoru prometa, upravo iz tog razloga one neće biti ponovno navedene u tablicama koje slijede, već će se samo navesti koliko se ukupno ušteda ostvaruje zbog njih.

Tabela 12 : Mjere propisane za uštedu el.energije te njihov ukupan iznos

<b>Mjere za uštedu potrošnje el.energije</b>	<b>Ušteda u MWh/godišnje</b>
Zamjena postojećih rasvjetnih tijela, energetski učinkovitijim	3,35
Ugradnja toplinskih solarnih kolektora za pripremu PTV	0,63
Edukacija o energetske učinkovitosti	2,49
Uvođenje PV sustava malih snaga na krovove javnih zgrada	42,3
Sufinanciranje korištenja solarnih kolektorskih sustava	10,93
Zamjena postojećih rasvjetnih tijela energetski učinkovitijim	307,65
Prelazak s električnog grijanja prostora i PTV na visokoučinkovite dizalice topline	11,73
Zamjena kućanskih uređaja energetski učinkovitijima	251,17
Edukacija stanovništva o mogućnostima uštede energije	84,78
Uvođenje PV sustava malih snaga na krovove zgrada	26
Udruživanje u energetske zadruge	30
Zamjena postojećih rasvjetnih tijela energetski učinkovitijim	121,6
Udruživanje iznajmljivača u energetske zadruge	67,86
Kompenzator jalove snage	43,36
<b>Ukupno</b>	<b>920,45</b>

Tabela 13 : Mjere propisane u sektoru zgradarstva

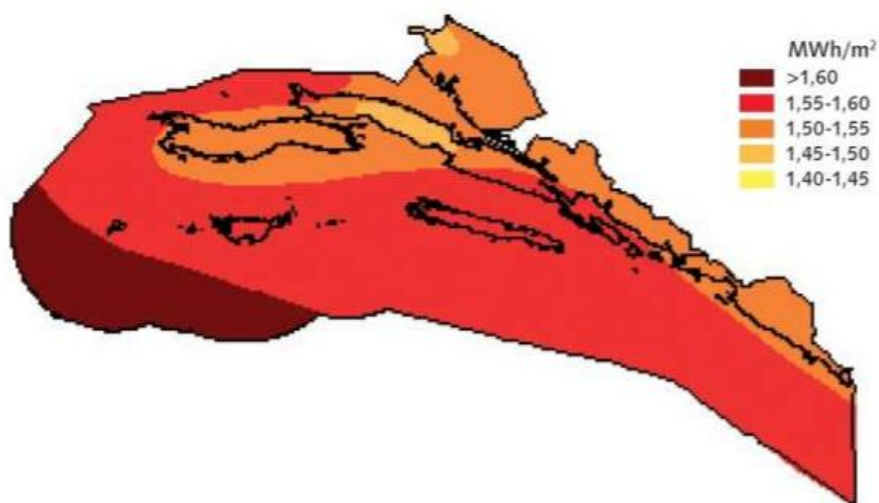
<b>Mjere propisane u sektoru zgradarstva</b>	<b>Ušteda u MWh/godišnje</b>
Izolacija vanjske ovojnice zgrade	5,18
Zamjena vanjske stolarije zgrade	1,29
Izolacija vanjske ovojnice zgrada i krovišta	25,34
Zamjena vanjske stolarije	8,44
Edukacija stanovništva o mogućnostima uštede energije grijanjem/hlađenjem	101,78
Izolacija vanjske ovojnice zgrada i krovišta	67,75
Ugradnja termostatskih uređaja	28,23
<b>Ukupno</b>	<b>238</b>



### 3.2.2 Način unosa podataka u EnergyPLAN za izradu simulacije

Kao što je navedeno u poglavlju 3.2.1., SEAP-om su također predviđene i preporučene izgradnje PV sustava na otoku Mljetu kojima bi sam otok počeo proizvoditi vlastitu električnu energiju te na taj način smanjio ovisnost o kopnu, ali i postojeće troškove konzumacije električne energije. U prvom redu predviđena je izgradnja sustava kapaciteta 30 kW na krovove javnih zgrada, također očekuje se da će i stanovništvo do 2020. imati barem 20 kW vlastitih kapaciteta na svojim zgradama. Najveći zahvat, ipak, predviđen je izgradnjom PV elektrane na otoku Mljetu, koja bi imala kapacitet 300 kW. Na taj način ukupan instalirani kapacitet fotonapona na otoku iznosio bi 350 kW, a upravo je i taj broj uzet u obzir prilikom izrade scenarija.

Potencijal sunčeve energije vrlo je velik za sve otoke u južno-dalmatinskom arhipelagu. Za Mljet konkretno to iznosi između 1,55-1,60 MWh/m<sup>2</sup> na ravnu horizontalnu plohu. Srednja godišnja vrijednost ozračenosti na plohu pod optimalnim kutem, koji je za Mljet 35° iznosi između 1,75-1,86 MWh/m<sup>2</sup>.



Slika 5 : Vrijednost sunčeva zračenja na ravnu horizontalnu plohu

Mjere koje su propisane u sektoru zgradarstva, donose ukupnu uštedu od 238 MWh, odnosno 0,238 GWh/godišnje. Pretpostavka je bila da će se i dalje zadržati loživo ulje kao energent za grijanje. S obzirom da nije moguće predvidjeti koji objekti će biti izolirani, te u kojoj mjeri će biti zastupljen pojedini energent za grijanje prostora, koristila se pretpostavka da će zbog poboljšanja energetske učinkovitosti zgrada doći do jednakog smanjenja potrošnje svakog pojedinog energenta koji se trenutno koristi za grijanje. Tako da je iznos od 0,238 GWh/godišnje, podijeljen na tri jednaka dijela (loživo ulje, el.energija, biomasa) te se je svakome 0,0793 GWh oduzelo iz potrošnje u odnosu na referentni scenarij. Tako da u ovom scenariju potrošnja biomase iznosi 1,612 GWh/godišnje, potrošnja električne energije 0,523 GWh, dok je potrošnja loživog ulja 0,3477 GWh na godišnjoj razini.

Također, zbog bolje izolacije objekata, ali i edukacije stanovništva o pravilnoj upotrebi klima jedinica, pretpostavljeno je da će i u sektoru hlađenja doći do određenih ušteda. One su kvantificirane na način da se trećina ušteda u cjelokupnom sektoru zgradarstva odnosi upravo na hlađenje prostora. Iz tog razloga nova potreba za hlađenjem iznosi 0,3597 GWh/godišnje, što je manje za 0,0793 GWh u odnosu na referentni scenarij.

Najveće uštede propisane su upravo za uštedu potrošnje električne energije, a njih iznos je čak 920,45 MWh/godišnje. S obzirom da je potrošnja električne energije u razne svrhe 2012. godine iznosila 3,782 GWh, od tog iznosa oduzet je iznos ušteda propisanih SEAP-om, te je nova potreba za električnom energijom u razne svrhe smanjena na 2,88 GWh/godišnje. Nova ukupna potrebna električna energija za otok iznosi tako 3,77 GWh/godišnje.

Na kraju za sektor prometa, kao najvećeg potrošača energije, propisano je također niz mjera, koje bi trebale donijeti ukupne uštede u iznosu od 984,36 MWh/godišnje. Kao i kod grijanja, nemoguće je procijeniti hoće li se te uštede više odnositi na potrošnju dizela ili benzina te je iz tog razloga, propisani iznos ušteda podijeljen na dva jednaka dijela te je 0,4925 GWh oduzeto od svakog goriva. Tako da je nova predviđena potrošnja dizela 4,8225 GWh, dok je potrošnja benzina smanjena na 2,2145 GWh na godišnjoj razini.

U sljedećim tablicama biti će prikazana nova potrošnja energenata te namjena njihove potrošnje.

**Tabela 14 : Potrošnja prema vrsti energenata (GWh/godišnje)**

Električna energija	3,77
Dizel	4,8225
Benzin	2,2145
Biomasa	1,612
UNP	0,157
Loživo ulje	0,3477
<b>Ukupno</b>	<b>12,9237</b>

**Tabela 15 : Potrošnja električne energije prema namjeni (GWh/godišnje)**

Grijanje	0,523
Hlađenje	0,3597
Priprema svježe vode	0,150
Ostalo	2,88
<b>Ukupno</b>	<b>3,77</b>

### 3.2.3 Rezultati simulacije za scenarij sa mjerama SEAP-a

Kao što je i navedeno u prethodnom poglavlju, mjere SEAP-a donose velike uštede u konzumaciji energije, ali i uštede u financijskom dijelu. Najveća razlika u odnosu na referentan scenarij jest postojanje vlastite proizvodnje električne energije iz fotonaponskih elektrana kapaciteta 350 kW. Godišnje se iz vlastite proizvodnje dobije 430 MWh, te se sada dolazi do 14% udjela OIE u ukupnoj električnoj potrošnji. No isto tako kako bi izračunali ukupne troškove scenarija koji sada iznose 628 000 €/godišnje, u kalkulaciju treba uračunati i troškove investicije, te troškove održavanja tih elektrana. Ukupan trošak instalacije tih kapaciteta procijenjen je na 360 000 €, procijenjeni trošak instalacije 1 kW iznosi 1 000€. No, ukoliko se uzme rok otplate od 20 godina uz diskontnu stopu od 1%, tada godišnji trošak koji treba izdvajati za investiciju iznosi oko 18 000 €/godišnje, dok se troškovi održavanja kreću oko 4000 €/godišnje.

Tabela 16 : Rezultati simulacije za 2020.godinu

	EnergyPLAN rezultati	Predviđeno SEAP-om
Kritični višak proizvodnje el.energije	-	-
Ukupna potrošnja el.energije	3 767 MWh/godišnje	3 800 MWh/godišnje
Ukupna potrošnja energije	12 930 MWh/godišnje	12 930 MWh/godišnje
Ukupna potrošnja energije bez OIE	10 890 MWh/godišnje	-
Proizvedena energija iz OIE	2 040 MWh/godišnje	2 040 MWh/godišnje
Uvoz energije	10 890 MWh/godišnje	-
Izvoz energije	-	-
Emisije CO2	1 999 t/godišnje	2 942 t/godišnje
Plaćanje uvoza energije	597 000 €/godišnje	-
Naplata izvoza energije	-	-
Ukupan trošak scenarija	628 000 €/godišnje	-
Troškovi investicije	360 000 €	33 333 € (nije procijenjena velika elektrana)

Tabela 17 : Troškovi prema pojedinom energentu

Dizel/Benzin	416 000 €/godišnje
Ukapljeni naftini plin	5 000 €/godišnje
Električna energija	176 000 €/godišnje
<b>Ukupno</b>	<b>597 000 €/godišnje</b>

### 3.3 Implementacija dodatnih mjera nakon provedbe mjera iz SEAP-a i razvoj sustava do 2030. Godine

Provedba svih propisanih mjera iz Akcijskog plana, trebala bi biti izvršena do 2020. godine, no kao što se može vidjeti te mjere ipak nisu dovoljne da bi otok Mljet postao „zeleni“ otok u zadovoljavajućoj mjeri. Proizvodnja električne energije iz OIE sa 14% nije dovoljna, kao ni ukupno korištenje OIE sa 22%. Upravo iz tog razloga, nužno je dodati još neke mjere kako bi se povećao taj postotak. Prvenstveno to se odnosi na proizvodnju električne energije iz OIE te instalaciju takvih kapaciteta na samom otoku. Isto tako, prateći turističke trendove i povećanje broja gostiju te noćenja na samom otoku, valja imati na umu da time, nužno dolazi do povećanja konzumacije energije i ostalih resursa. Također, treba očekivati i porast standarda samih otočana te njihovu želju za većim komforom življenja.

#### 3.3.1 Dodatne mjere i promjena postojećeg stanja

Kako bi Mljet postao što čistiji otok, nužno je eliminirati u što većoj mjeri konzumaciju fosilnih goriva. Upravo iz tog razloga kao prva mjera propisano je potpuno napuštanje loživog ulja kao energenta za grijanje. On je dosad bio zastupljen sa 0,3477 MWh/godišnje. Ukoliko bi u potpunosti napustili taj energent, trebali bi njegovu potrošnju razdijeliti na biomasu i električnu energiju kao preostale energente za grijanje. Iz tog razloga, potrošnji biomase dodati će se 0,17385 GWh/godišnje te će njezina nova konzumacija iznositi 1,79 GWh/godišnje. S obzirom na šumsko bogatstvo otoka te dovoljan godišnji prirast, ovom mjerom neće se ugroziti preostalo šumsko bogatstvo otoka te neće doći do prekomjerne sječe. S druge strane, ukoliko uzmemo u obzir da klima jedinice troše 1,2 kWh električne energije za proizvodnju 3,2 kWh toplinske, možemo iznos od 173,85 MWh/godišnje, koji valja nadomjestiti zbog ukidanja loživog ulja, zamijeniti iznosom od 65,193 MWh/godišnje električne energije.

Način izračuna:

- Potrošnja loživog ulja/ proizvodnja toplinske energije iz klima jedinice= ekvivalent potrošnje
- Ekvivalent potrošnje \* potrošnja klima jedinice za grijanje= potrošnja električne energije za grijanje
- $173\,850\text{ kWh} / 3,2\text{ kWh} = 54\,328 \longrightarrow 54\,328 * 1,2\text{ kWh} = 65\,193\text{ kWh el.energije}$

Ukoliko taj iznos pridodamo postojećoj potrošnji za grijanje, dolazimo do nove potrošnje električne energije za grijanje u iznosu od 0,5882 GWh/godišnje.

Ukoliko pretpostavimo da će 2030. godine, 90% kućanstava koristiti klima uređaje, u odnosu na dosadašnjih 50%, jasno je da će doći do povećanja konzumacije električne energije za hlađenje te će ona iznositi oko 0,763 GWh. Tako će umjesto dosadašnjih 228 klima

jedinica, na otoku postojati barem 411. Trend povećanja klima jedinica, valja potražiti u želji stanovništva za većim komforom, ali i poboljšanjem turističke ponude.

Formula za izračun potrošnje električne energije za grijanje:

- Broj klima jedinica \* snaga klima jedinice \* broj dana u godini za hlađenje \* broj sati hlađenja u jednom danu = ukupna godišnja potrošnja
- 411 klima jedinica \* 1,02 kW \* 107 dana \* 17 h = 0,763 GWh/godišnje

Isto tako, može se pretpostaviti veća potražnja za vodom i to u iznosu od 15%, te tako nova potrebna količina vode iznositi 4633,5 m<sup>3</sup> više na godišnjoj razini, odnosno nova potrebna količina svježe vode tada je 35 523 m<sup>3</sup>/godišnje, a za njezinu pripremu trošit će se 30 MWh/godišnje više, što nas dovodi do iznosa od 0,18 GWh/godišnje.

Također, s obzirom na činjenicu da postoje brojni poticaji, ali i sve veći interes javnosti za električne automobile, možemo očekivati i znatniji broj električnih automobila na samom otoku. Dodatan razlog tomu jest, posebno poticanje države za otočane ukoliko kupe električne automobile. Ukoliko pretpostavimo da 20% kućanstava 2030. godine kupi takvu vrstu vozila, dolazimo do brojke od 91 vozila na otoku. Pretpostavljena udaljenost koju jedan stanovnik otoka prođe u jednom danu iznosi 13 km, što nas dovodi do 4 745 km/godišnje (trećina hrvatskog prosjeka). Električna vozila, prosječno troše 0,15 kWh/km. To bi značilo da jedan automobil godišnje potroši 711,75 kWh električne energije, odnosno ukupna potrošnja u sektoru prometa tada bi iznosila 0,0651 GWh/godišnje.

Korištenje električnih vozila, nužno povlači određene uštede fosilnih goriva u sektoru transporta. U prosjeku vozila sa motorom sa unutrašnjim izgaranjem (MSUI) troše 0,69 kWh/km. Ukoliko pomnožimo taj iznos sa prosječnom prijeđenom kilometražom od 4 745 km, dolazimo do iznosa da jedan automobil sa MSUI potroši godišnje 3 274 kWh energije. Ukoliko 91 električno vozilo zamjeni postojeće vozilo sa MSUI, dolazimo da se godišnje može uštedjeti 298 MWh energije. Ukoliko dio ušteda odlazi na dizel, a dio na benzin, dobivamo novu, smanjenu, potrošnju dizela u iznosu od 4 673 MWh/godišnje, te novu smanjenu konzumaciju benzina u iznosu od 2 065 MWh/godišnje.

Kao poslijednu mjeru, predložiti ćemo povećanje proizvodnje električne energije iz OIE. Predlaže se instalacija dvaju vjetroagregata snage 2 MW, na horizontalnoj, središnjoj osi otoka. Ta lokacija je izabrana zbog nemogućnosti postavljanja vjetroagregata na zaštićeno područje NP Mljet, te na području Zastičenog obalnog pojasa. Iznos ukupne investicije u vjetroagregate iznosi oko 3 000 000 €, dok je godišnji trošak održavanja procijenjen na 75 000 €. Procijenjeni trošak postavljanja vjetroagregata iznosi 1 500 €/MW instalirane snage. Također, može se očekivati i povećanje PV panela na privatnim kućama. Predlaže se instalacija barem dodatnih 228 kW snage na krovove kuća. Iznos te investicije iznosi oko 230 000 €, a godišnji trošak održavanja oko 6 000 €. Pretpostavljeni trošak instalacije iznosi 1 000 €/kW. Navedene trošak investicija može se isplaćivati kroz 20 godina, a tada je godišnji trošak ulaganja nešto veći od 179 000 € uz diskontnu stopu od 1%.

### 3.3.2. Rezultati simulacije scenarija sa dodatnim mjerama

Rezultati koje dobivamo nakon provedbe dodatnih mjera, pokazuju koliko je zapravo pogrešno ne instalirati kapacitete koji koriste OIE. Osim što otok sada pokriva gotovo 60% vlastitih potreba za električnom energijom, instalacijom već navedenih kapaciteta, ostvaruje veliku zaradu od izvoza energije. Dok je uvoz sada sveden tek na 1,95 GWh/godišnje, izvoz je povećan na 3,90 GWh/godišnje. Također, uvoz premašuje izvoz tek u ljetnim mjesecima, što je donekle i očekivano ukoliko uzmemo u obzir na broj osoba koji u tom vremenu boravi na otoku. Proizvodnja električne energije iz OIE sada iznosi 6,79 GWh/godišnje, što je i više od potreba samog otoka. Ukupni udio obnovljivih izvora u proizvodnji električne energije iznosi 196,7%, međutim kako se ipak sva proizvedena energija, ne troši na otoku, već se veliki dio izvozi, a prema potrebi postoji i uvoz električne energije, realnije je sagledati udio OIE u primarnoj potrošnji energije (PES). Udio OIE u PES, iznosi 55,4%, a u to je uključena i biomasa. Ukoliko bi se taj postotak uistinu postigao do 2030. godine, mogli bi konstatirati da je stanje na otoku Mljetu zadovoljavajuće.

Tabela 18 : Rezultati simulacije za 2030.godinu

Kritični višak proizvodnje el.energije	-
Ukupna potrošnja el.energije	4 630 MWh/godišnje
Ukupna potrošnja energije	13 320 MWh/godišnje
Ukupna potrošnja energije bez OIE	6 530 MWh/godišnje
Proizvedena energija iz OIE	6 790 MWh/godišnje
Uvoz energije	8 480 MWh/godišnje
Izvoz energije	3 900 MWh/godišnje
Emisije CO2	1 827 t/godišnje
Plaćanje uvoza energije	474 000 €/godišnje
Naplata izvoza energije	195 000 €/godišnje
Ukupan trošak scenarija	<b>547 000 €/godišnje</b>

Tabela 19 : Troškovi prema pojedinom energentu

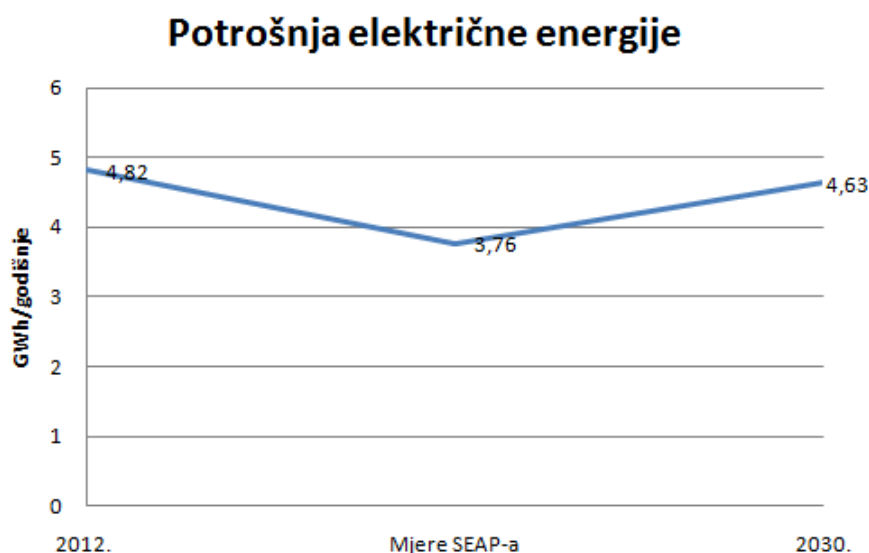
Dizel/Benzin	372 000 €/godišnje
Ukapljeni naftini plin	5 000 €/godišnje
Električna energija	97 000 €/godišnje
CO2 emisije	8 000 €/godišnje
<b>Ukupno</b>	<b>482 000 €/godišnje</b>

### 3.4 Analiza i usporedba rezultata provedenih scenarija

U ovom dijelu biti će prikazana usporedbe rezultata scenarija za referentnu 2012.godinu, rezultate nakon provedbe mjera SEAP-a, te rezultate za 2030.godinu. Usporedbe će se vršiti nad svim parametrima koji su zadani u samom zadatku završnog rada.

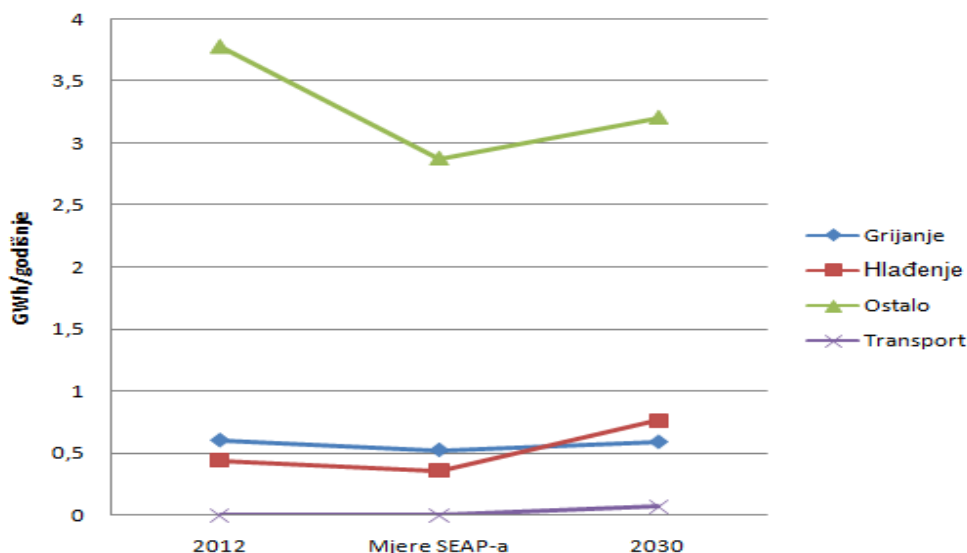
#### 3.4.1 Potrošnja električne energije

Potrošnja električne energije u 2012. Godini iznosila je 4,82 GWh. Nakon što su se provele sve mjere propisane SEAP-om, potrošnja pada na 3,76 GWh, dok predviđena potrošnja za 2030. godinu iznosi 4,63 GWh. Razlog povećanju potrošnje do 2030. godine, možemo potražiti u povećanju potrošnje el.energije u razne svrhe. Osim za potrebe grijanja, hlađenja i transporta, vrijedi imati na umu da Mljet ostvaruje sve više noćenja, a to nužno dovodi do povećanja potrošnje električne energije. Pretpostavljeno je da će se povećanje ostvarivati po stopi od 1% u odnosu na potrošnju električne energije u ostale svrhe iz 2020.godine. Predviđena potrošnja za tu godinu iznosila je 2,879 GWh.



Dijagram 17 : Potrošnja el.energije na otoku Mljetu

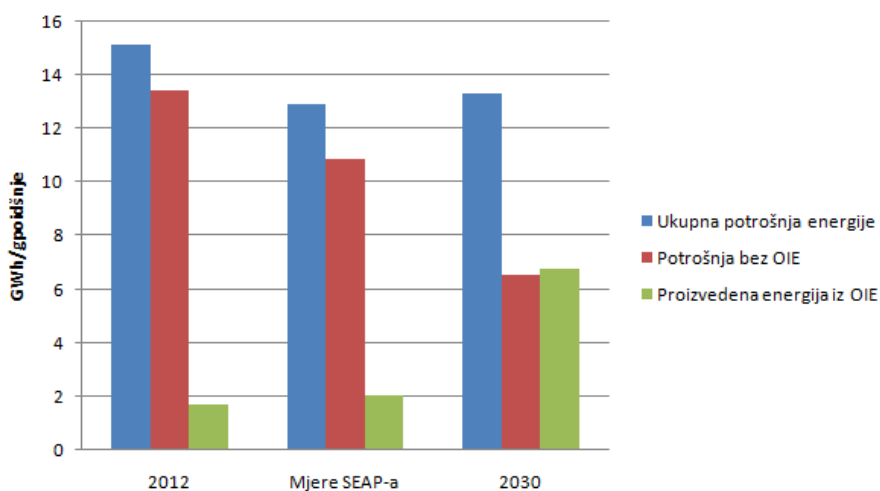
Na sljedećem dijagramu biti će prikazana potrošnja električne energije prema određenoj namjeni te kretanje potrošnje kroz različite scenarije. Jasno, nakon što su se provele mjere iz SEAP-a došlo je do pada sveukupne potrošnje, tako i potrošnje za grijanje i hlađenje. Ipak, u scenariju do 2030.godine, realno je očekivati da dođe do blagog porasta potrošnje el.energije, posebice za hlađenje prostora. Također, očekuje se i blago povećanje potrošnje el.energije za grijanje prostora. U 2030. godini, prvi puta se pojavljuje potrošnja električne energije u sektoru transporta i to u iznosu od 0,07 GWh/godišnje.



Dijagram 18 : Potrošnja el.energije prema namjeni

### 3.4.2. Ukupna potrošnja energije i potrošnja bez OIE

Potrošnja energije za referentnu 2012. Iznosila je 15,12 GWh, provedbom mjera SEAP-a, potrošnja je smanjena 12,93 GWh. Istovremeno blago je porasla potrošnja energije iz OIE, prvenstveno zahvaljujući instalacije PV elektrana, te blagom povećanju biomase. Za 2030.godinu predviđena je potrošnja u iznosu od 13,43 GWh, ali ovdje udio OIE u potrošnji iznosi čak 55,4%. U najvećoj mjeri to je postignuto instalacijom dvaju vjetroagregata. Također, može se vidjeti povećanje udjela OIE u ukupnoj potrošnji. Sa samo 1,69 GWh u 2012. (11%), u 2030. godini postiže se već 6,79 GWh, odnosno 55,4%.

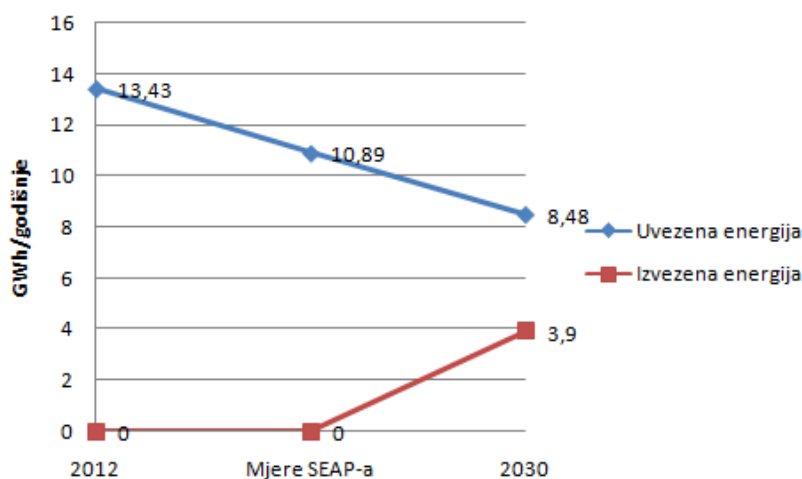


Dijagram 19 : Ukupna potrošnja energije

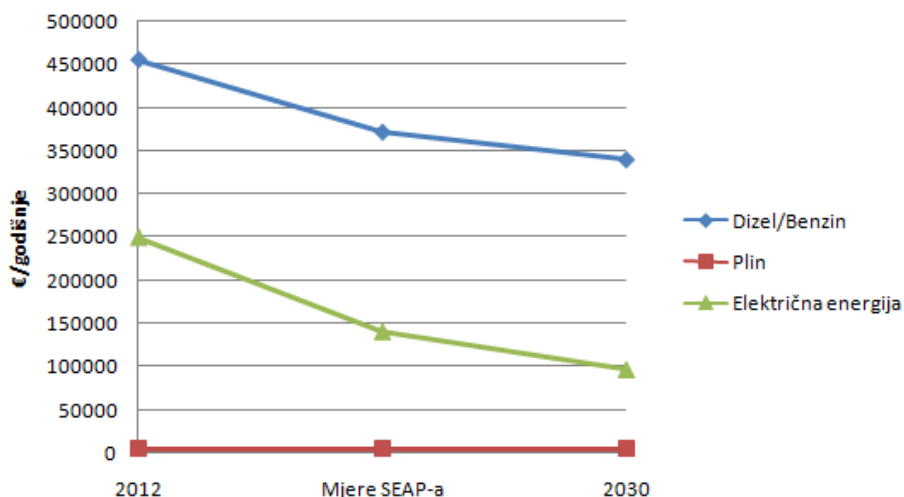


### 3.4.3 Uvoz/izvoz energije i troškovi uvoza/izvoza

Otok Mljet bio je 2012. godine izrazito ovisan o uvozu energije, uvezilo se čak 13,43 GWh, dok se iz vlastitih izvora trošila tek biomasa kao energent za grijanje. Izvoz energije nije uopće postojao. Nakon provedbe mjera SEAP-a, za očekivati je da će otok i dalje ostati ovisan o uvozu energije u velikoj mjeri, a izvoznih kapaciteta i dalje neće biti. Ipak, provedbom mjera iz Akcijskog plana, doći će do određenog smanjenja uvoza energije na 10,89 GWh/godišnje. Razlog tome leži u činjenici da se tada povećavaju proizvodni kapaciteta, ali i da pada ukupna potreba za energijom. Međutim, ukoliko bi se provele dodatne mjere, otok Mljet bi 2030. godine mogao postati puno neovisniji o uvozu energije sa kopna. Naravno, fosilna goriva i dalje će se morati uvoziti, ali sada ukupni uvoz energije pada na 8,48 GWh/godišnje što je i dalje puno, ali količina električne energije koja se sada uvozi znatno je manja nego prije i iznosi 1,95 GWh/godišnje. Ipak, najveća promjena u tom scenariju jest što zbog instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije iz OIE, otok Mljet sada može energiju i izvoziti. Očekuje se da bi godišnji izvoz mogao iznositi 3,9 GWh električne energije. Ukoliko se pogleda sljedeći dijagram, zanimljivo je vidjeti da iako trend uvoza energije linearno pada, istovremeno se ostvaruje izvoz energije.



Dijagram 20 : Kretanje uvoza i izvoza energije

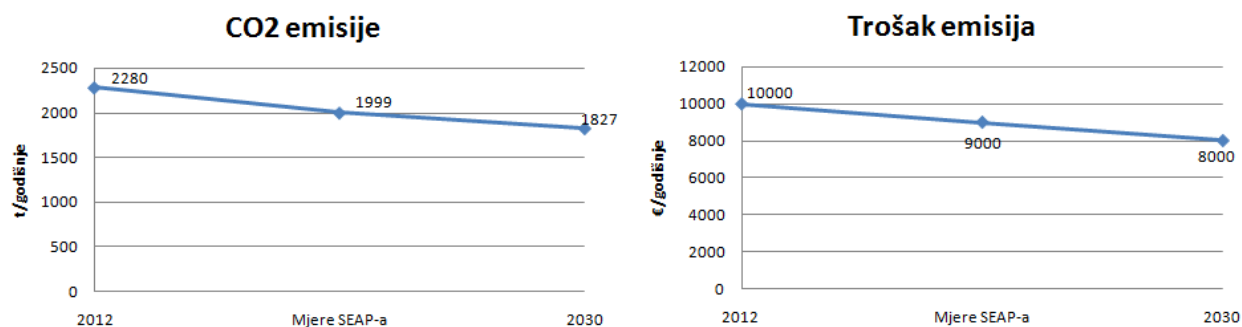


Dijagram 21 : Troškovi uvoza prema energentu

Na Dijagramu 21., jasno se može vidjeti kako troškovi uvoza energenata padaju implementacijom mjera energetske učinkovitosti. Pretpostavljeno je da će plin ipak ostati prisutan na otoku, kao energent koji se koristi u kućanstvima za određene poslove, tako da su i njegovi troškovi ostali konstantni. Troškovi uvoza naftnih derivata padaju te se u konačnici spuštaju na 372 000 €/godišnje. Najveće uštede, očekivano, ostvaruju se pri smanjenom uvozu električne energije. Troškovi uvoza električne energije smanjeni su za gotovo 100 000 €, dok se istovremeno mogu ostvarivati prihodi od izvoza u iznosu od 195 000 €/godišnje, ukoliko je prosječna cijena 50 €/MWh. To bi značilo da otok Mljet u razmjeni električne energije sa kopnom ostvaruje prihode u visini iznosa od 98 000 €/godišnje, s obzirom da cijena uvoza iznosi oko 97 000 €/godišnje.

### 3.4.4 Emisije CO<sub>2</sub> i troškovi istih

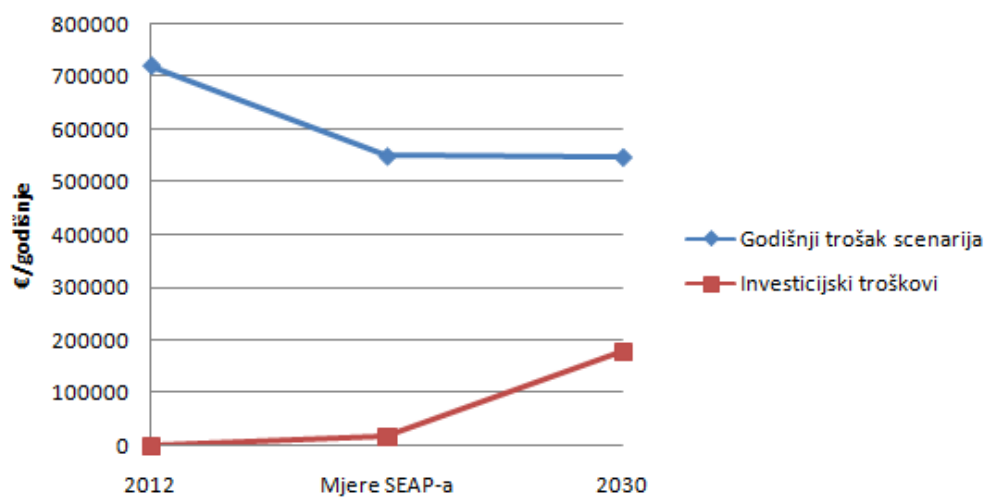
Emisije su 2012. godine iznosile 2 280 t, provedbom mjera SEAP-a, proizvede emisije padaju ispod 2 000 t/godišnje. Nakon što se provedu dodatne mjere, ne dolazi do značajnog pada emisije te njihov konačni iznos kreće se oko 1 827 t/godišnje. Financijski aspekt ušteda emisija CO<sub>2</sub>, pokazuje da bi se 2030. godine moglo uštedjeti 1 600 €/godišnje u odnosu na referentan scenarij iz 2012. godine. Iako to nisu prevelike uštede u ekonomsko aspektu, važno je da dolazi do smanjenja emitiranja tih emisija sa ekološkog stajališta.



Dijagram 22 : Proizvodnja CO2 emisija te njihovi troškovi

### 3.4.5. Investicijski troškovi i troškovi scenarija

Kod energetskeg planiranja jedan od najvažnijih aspekata budućih radnji predstavlja upravo ekonomska analiza. Iako rezultati simulacija prikazuju da troškovi scenarija sa mjerama SEAP-a i dodatnim mjerama rapidno padaju, te rezultate treba uzeti sa oprezom. Investicijski troškovi razvučeni su kroz dvadeset godina, tako da njihov udio u jednoj godini nije prevelik, a iznosi 179 000 €/godišnje. Dok bi ukupni investicijski trošak premašio iznos od 3 500 000 €. Također, treba uračunati i troškove održavanja vjetroagregata i fotonaponskih elektrana, a oni bi 2030. godine mogli iznositi i do 81 000 €/godišnje. Također, uvijek postoji mogućnost oštećenja te potrebne zamjene nekih dijelova. Isto tako, u ovim simulacijama nije se u obzir uzimao trošak zamjene energetski učinkovitijih uređaja, kao ni trošak nabave električnih automobila ili trošak zamjene sustava za grijanje. Razlog tome leži u činjenici da se mogu postići veliki poticaji za navedene radnje i od države, ali i od europskih fondova. Kako je naglasak ovog rada bio na troškove koji direktno pogađaju stanovnike otoka, iz navedenih razloga teško je predvidjeti koliki trošak bi u konačnici oni snosili. Zbog svega navedenog treba očekivati da trošak scenarija, kao i investicijski troškovi u konačnici ipak poprimaju veće iznose od onih navedenih u ovom radu. Ipak, oni ne bi smjeli biti puno veći i tako ugroziti isplativost investicije, posebice ukoliko uzmemo u obzir potencijal otoka koji je sada neiskorišten.



Dijagram 23 : Trošak scenarija i investicijski troškovi

## 4. ZAKLJUČAK

Kao što je vidljivo, elektro-energetski sustav otoka Mljeta 2012. godine, nalazio se u izrazito lošem stanju. Potpuno ovisan o energentima sa kopna, bez vlastite proizvodnje unatoč silnim potencijalima, zadavao je dosta problema stanovnicima samog otoka. Mjere koje su propisane Akcijskim planom učinkovitog gospodarenja energijom, dovode do smanjenja ukupne potrošnje energije te njezinog učinkovitijeg iskorištavanja, međutim u tim mjerama veliki je naglasak upravo na smanjenoj potrošnji energije, dok se ne navodi dovoljno mjera za proizvodnju vlastite energije. Upravo iz tog razloga u ovom radu predlažu se dodatne mjere, koje bi otok učinile energetski neovisnijem o kopnu. Kao okvirno vrijeme provedbe tih dodatnih mjera uzeta je 2030. godina. Kako se radi o razdoblju koje je dovoljno daleko od današnje točke gledišta, smatra se da je to dovoljno vremena za implementaciju navedenih mjera. Fokus dodatnih mjera bio je povećati proizvodne kapaciteta električne energije iz OIE te na taj način umanjiti ovisnost otoka o opskrbi istom sa kopna. Upravo iz tog razloga, učinjeni su mali zahvati u sektoru transporta zbog pretpostavke kako ćemo još uvijek neko vrijeme živjeti u vremenu nafte te nije realno očekivati masovno napuštanje energenata kao što su dizel i benzin. Nadalje, kako bi došlo do uspješnog provođenja predloženih mjera, očekuje se velika potpora lokalne zajednice, ali i ostalih institucija zaduženih za sektor energetike. Prvenstveno se to odnosi na središnju državu, odnosno ministarstva zaduženih za te djelatnosti. Kako bi trošak svih predloženih investicija bio prevelik za lokalno stanovništvo i zajednicu, iznosio bi preko 3 500 000 €, a samim time ugrozio bi i provedbu predloženih mjera, očekuje se i velika pomoć fondova Europske Unije. Iz tog razloga, nužno je upoznati stanovništvo sa tim fondovima i načinima pisanja uspješnih projekata. Provedbom ovih mjera, otok Mljet postao bi primjer ostalim hrvatskim otocima kako promijeniti dosadašnji, loš, način upravljanja energijom i kako postati moderna zajednica, kakva se u budućnosti očekuje. Također, uspješnom provedbom ovih mjera, otok Mljet mogao bi obogatiti svoju turističku ponudu i postati eco-friendly lokacija, a prateći trendove, upravo takve lokacije imaju najviše potencijala kao poželjne turističke lokacije u budućnosti. Mjere propisane SEAP-om, kao i dodatne mjere, nisu neostvarive, ali za uspješno provođenje potrebno je promijeniti dosadašnji pogled na energetiku. Iako postoje investicijski troškovi, benefiti koji proizlaze iz tih mjera zasigurno bi olakšali živote mještanima te im pružili priliku za još veći razvoj vlastitih potencijala. Provođenjem predloženih mjera došlo bi do porasta udjela OIE u ukupnoj potrošnji sa referentnih 11% na 55,4%. Također smanjile bi se emisije CO<sub>2</sub> za 2 000 tona na godišnjoj razini. Također, ukupna potrošnja energije smanjila bi se za gotovo 2 GWh/godišnje. Instalacijom vlastitih kapaciteta otok bi proizvodio veliki dio električne energije te bi mogao izvoziti 3,9 GWh/godišnje. Važno je što bi time otok postao manje ovisan o uvozu energije, pogotovo električne, a ukupni uvoz smanjio bi se za gotovo 5 GWh/godišnje, a električne bi se smanjio sa 4,822 GWh u 2012.godini na samo 1,95 GWh/godišnje nakon 2030.godine.

## LITERATURA I REFERENCE

- [1] Krajačić G., Matak N., Pilato AM., Čuljat Z., Market Đ., Debelić D. Akcijski plan učinkovitog gospodarenja energijom Općine Mljet- Sustainable Energy Actio Plan (SEAP) of Municipality of Mljet, 2014.
- [2] <http://www.obnovljivi.com/aktualno/1597-energetska-neovisnost-otoci-1>
- [3] <http://www.obnovljivi.com/aktualno/1648-energetska-neovisnost-otoci-2-mljet>
- [4] <http://www.klimatizacija.hr/novosti/1-eu-energetska-naljepnica/>
- [5] <https://www.masterresource.org/electric-vehicles/energy-usage-cost-gasoline-vs-electric/>